



3b

VMBO - GT
biologie voor jou
HANDBOEK

bvi

MALMBERG

3b VMBO-GT

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE BOVENBOUW
VMBO-GT

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ROB MELCHERS
LOES OUDSHOORN
MARINKE VAN DER VELDE

EINDREDACTIE

LINIE STAM
MARIEKE MORAAL

AUTEURS ZESDE EDITIE

GERARD SMITS, BEN WAAS, ARTEUNIS BOS EN ONNO KALVERDA

ZEVENDE EDITIE

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Voor je ligt handboek deel 3b van *Biologie voor jou* (Bvj). Naast het handboek kun je ook gebruikmaken van het werkboek, het antwoordenboek en de digitale leeromgeving. Samen vormen ze een complete lesmethode. Met *Biologie voor jou* kun je zelfstandig en op je eigen niveau werken. Je docent kan je vertellen hoe je dit het beste aanpakt.

WERKEN MET DE BOEKEN VAN BVJ

De hoofdstukken in *Biologie voor jou* heten thema's. Elk thema gaat over een biologisch onderwerp, en bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstoffen (leerstof en opdrachten)
- Practica
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstoffen
- Examentrainer

BASISSTOFFEN

De basisstoffen bestaan uit **leerstof** en bijbehorende opdrachten. In het handboek staan de teksten die je gaat lezen. Hier staan veel afbeeldingen bij, zodat je de stof beter kunt begrijpen.

Tussen de leerstof en opdrachten zie je ook **contexten** staan. Deze herken je aan de stippellijn en grijsgroene achtergrondkleur. Met contexten ontdek je welke rol biologie speelt in beroepen, wetenschap en maatschappij. Ook helpen contexten je om biologische kennis toe te passen in een nieuwe situatie. Contexten bevatten nooit nieuwe leerstof voor het examen. Je hoeft ze dus niet te leren.

Bij elke basisstof wordt verwezen naar **opdrachten**, waarmee je de stof leert kennen en toepassen. Deze opdrachten staan in het werkboek. De opdrachten in het werkboek zijn ingedeeld in drie soorten. Zo kun je gemakkelijk zien op welk niveau je de biologie beheerst. Je docent kan kiezen welke opdrachten het beste bij je passen:

- **Kennisopdrachten** helpen je om de stof te leren.
- **'Toepassing en inzicht'**-opdrachten zijn wat moeilijker. Hiermee oefen je om kennis toe te passen.
- **Plusopdrachten** zijn extra uitdagend. Hiermee kun je kijken of je deze biologie beheerst op havo-niveau.

Met het antwoordenboek kun je de opdrachten nakijken.

PRACTICA

We hebben alle practica (per thema) bij elkaar gezet in het werkboek. Zo kun je gemakkelijk zien welke practica bij een thema horen.

SAMENVATTING

In de samenvatting staan de leerdoelen, met een omschrijving van wat je moet ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk of examen. Hiermee kun je het thema gemakkelijker leren.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je oefenen of je de leerstof voldoende ‘kent en kunt’. Hiermee rond je het thema af. Je kunt de diagnostische toets nakijken met het antwoordenboek.

VERRIJKINGSSTOF

De verrijkingsstoffen bevatten geen nieuwe examenstof, maar extra stof. Met de verrijkingsstoffen kun je bijvoorbeeld oefenen op havo-niveau (de ‘plusstof’) of oefenen met vaardigheden. Je hoort van je docent welke verrijkingsstof je gaat doen.

EXAMENTRAINER

Met de examentrainer kun je oefenen voor het examen met echte eindexamen-opgaven. Je kunt oefenen met opdrachten die gaan over meerdere thema’s.

WERKEN MET DE DIGITALE LEEROMGEVING VAN BVJ

Met de nieuwe digitale leeromgeving van BvJ kun je nog beter leren en oefenen. De digitale leeromgeving wordt voortdurend verbeterd. Er kunnen dus nieuwe onderdelen bij komen tijdens het schooljaar. In de digitale leeromgeving vind je alle onderdelen uit het boek terug. Ook vind je er een aantal nieuwe onderdelen en mogelijkheden.

DIGITALE OPDRACHTEN

De opdrachten uit het werkboek kun je ook doen in de digitale leeromgeving. Het voordeel is dat je bij veel vragen meteen feedback krijgt, zodat je kunt zien waarom je een vraag fout hebt beantwoord. Zo leer je hoe je het de volgende keer beter kunt doen. Ook worden de ‘gesloten’ vragen automatisch nagekeken. Dat scheelt je weer tijd. Tot slot kan je docent zien hoe je de vragen hebt gemaakt. Hierdoor kan je docent je sneller en beter helpen.

TEST JEZELF EN OEFENTOETS

Je kunt elke basisstof afsluiten met Test jezelf. Hierbij krijg je vragen om te testen of je de basisstof voldoende beheerst. Maak je een vraag fout, dan krijg je een herkansing. Haal je de score van 100%, dan weet je dat je de basisstof beheerst. Met de Oefentoets kun je ook met een heel thema oefenen. Je kunt de Oefentoets zo vaak doen als je wilt.

FLITSKAARTEN

Met de flitskaarten kun je biologische begrippen leren op een leuke en interactieve manier. Hiermee kun je gemakkelijker een thema leren voor je proefwerk of examen.

We hopen dat je met veel plezier zult werken met *Biologie voor jou!*

De auteurs

Inhoud

Thema 5 Regeling

BASISSTOF	8
1 Het zenuwstelsel	8
2 Zenuwcellen en zenuwen	10
3 Het ruggenmerg	13
4 De hersenen	15
5 De weg die impulsen afleggen	18
6 Het hormoonstelsel	20
7 De hypofyse en de schildklier	21
8 De eilandjes van Langerhans en de bijnieren	23
SAMENVATTING	26
DIAGNOSTISCHE TOETS	29
VERRIJKINGSSTOF	36
1 Diabetes (suikerziekte)	36
2 Practicum: een interview afnemen	38
3 Verslaving en de hersenen	39
EXAMENTRAINER	42

Thema 6 Zintuigen

BASISSTOF	46
1 Het zintuigenstelsel	46
2 Voelen, ruiken en proeven	49
3 De ogen	52
4 De iris en de ooglenz	54
5 Het netvlies	57
6 De oren	60
SAMENVATTING	63
DIAGNOSTISCHE TOETS	66
VERRIJKINGSSTOF	71
1 Illusies	71
2 Practicum: een oog ontleden	73
3 Scherp zien	74
EXAMENTRAINER	76

Thema 7

Stevigheid en beweging

BASISSTOF 80

- 1 Het skelet van de mens 80
- 2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel 85
- 3 Beenverbindingen 87
- 4 Spieren 91
- 5 Houding en beweging 93
- 6 Blessures 96

SAMENVATTING 102

DIAGNOSTISCHE TOETS 105

VERRIJKINGSSTOF 113

- 1 Conditietest 113
- 2 Hoge hakken 114
- 3 De schedel 115

EXAMENTRAINER 116

Thema 8

Gedrag

BASISSTOF 120

- 1 Wat is gedrag? 120
- 2 Oorzaken van gedrag 125
- 3 Aangeboren en aangeleerd gedrag 128
- 4 Sociaal gedrag 131
- 5 Gedrag bij mensen 135

SAMENVATTING 140

DIAGNOSTISCHE TOETS 142

VERRIJKINGSSTOF 146

- 1 Taakverdeling binnen groepen 146
- 2 Gedrag van pissebedden 148
- 3 Een gedragsonderzoek 149

EXAMENTRAINER 150

REGISTER 152

5

Regeling



BASISSTOF

- 1 Het zenuwstelsel
- 2 Zenuwcellen en zenuwen
- 3 Het ruggenmerg
- 4 De hersenen
- 5 De weg die impulsen afleggen
- 6 Het hormoonstelsel
- 7 De hypofyse en de schildklier
- 8 De eilandjes van Langerhans en de bijnieren

8
10
13
15
18
20
21
23

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

26
29

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Diabetes (suikerziekte)
- 2 Practicum: een interview afnemen
- 3 Verslaving en de hersenen

36
38
39

EXAMENTRAINER

42

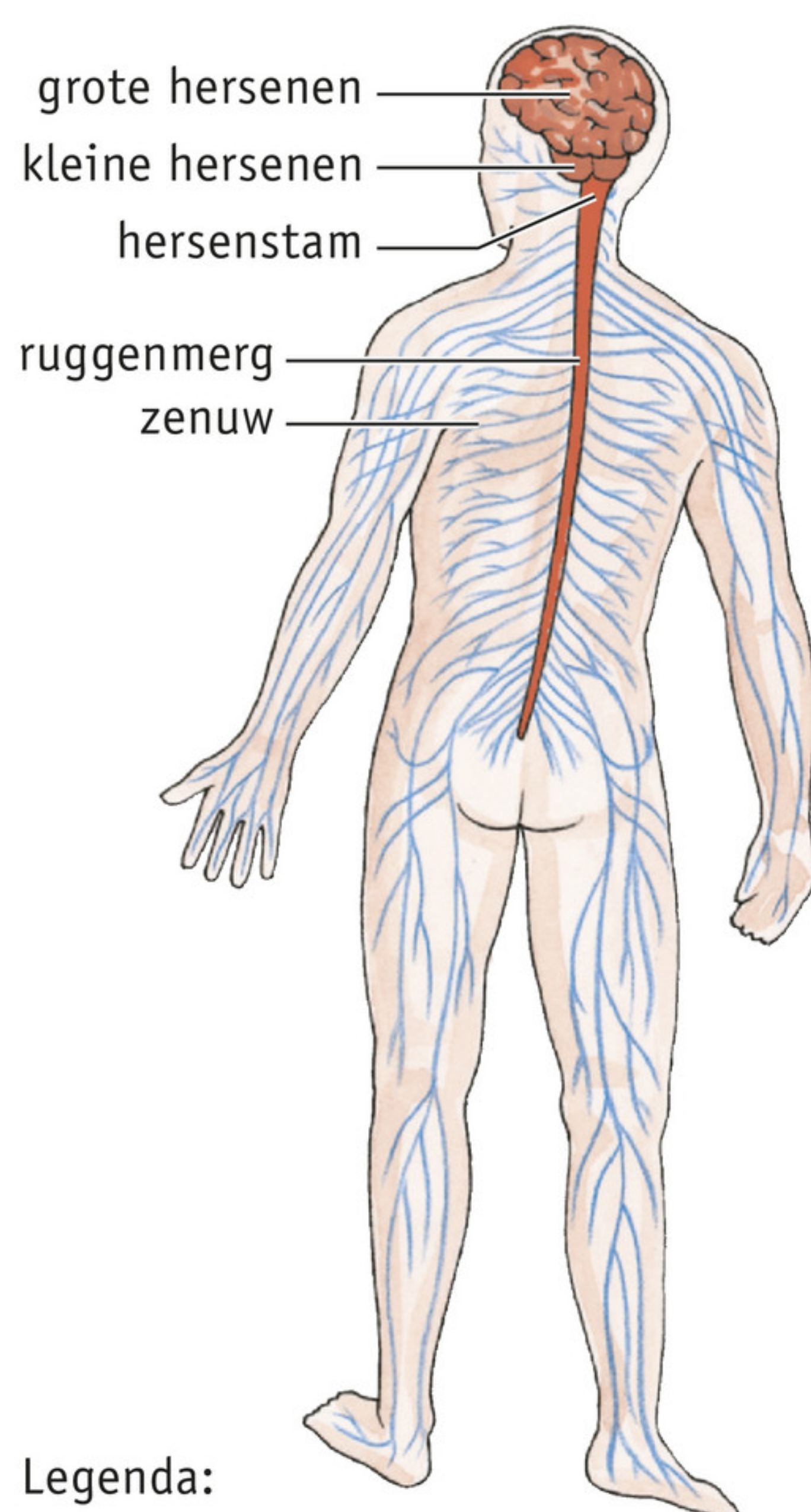


Met je zintuigen neem je constant veranderingen binnen en buiten je lichaam waar. Je lichaam verwerkt deze informatie en zorgt ervoor dat je steeds op de juiste manier reageert. Dit wordt geregeld door het zenuwstelsel en het hormoonstelsel. Deze stelsels sturen ook veel automatische processen in je lichaam aan, zoals je harstslag en je ademhaling. In dit thema behandelen we de bouw en functie van het zenuw- en hormoonstelsel.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het zenuwstelsel

▼ **Afb. 1** Het zenuwstelsel (schematisch).



Legenda:

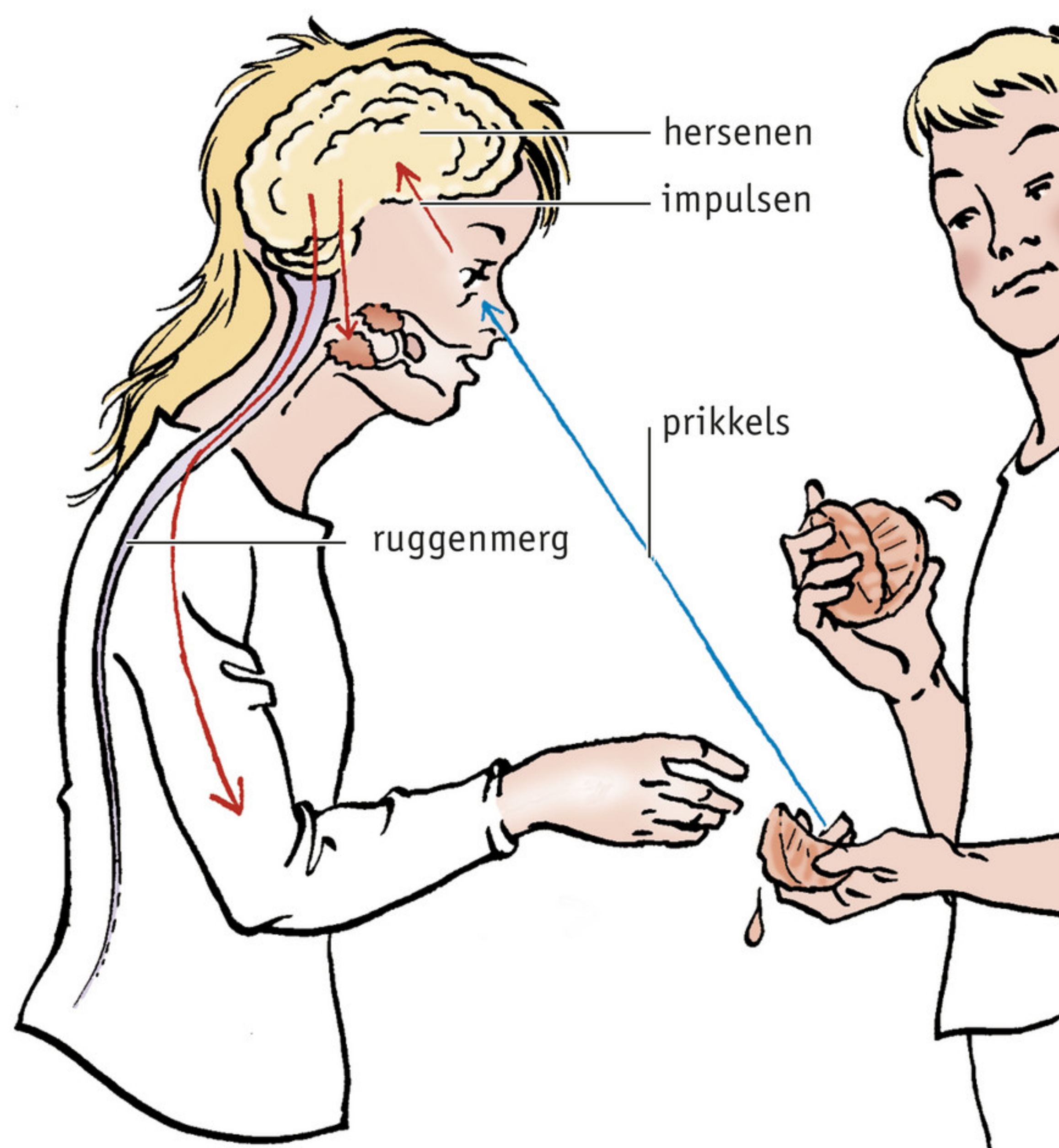
- centrale zenuwstelsel
- zenuwen

Je fietst naar huis en kijkt opzij. De zintuigcellen in je ogen sturen hun informatie naar je hersenen. In je hersenen word je je van het beeld bewust: het is je beste vriend die naar je zwaait. Je besluit te stoppen. Je hersenen sturen informatie naar je beenspieren en je trapt op de rem. Het zenuwstelsel bestaat uit het centrale zenuwstelsel en uit zenuwen (zie afbeelding 1). Het **centrale zenuwstelsel** bestaat uit de grote hersenen, de kleine hersenen, de hersenstam en het ruggenmerg. De **zenuwen** verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen, zoals je ogen en je spieren.

DE WERKING VAN HET ZENUWSTELSEL

Het zenuwstelsel verwerkt impulsen die afkomstig zijn van zintuigen. Ook regelt het de werking van spieren en klieren. We leggen de werking van het zenuwstelsel uit aan de hand van een voorbeeld dat je in afbeelding 2 ziet.

▼ **Afb. 2** De werking van het zenuwstelsel (schematisch).



Zintuigcellen in je ogen vangen lichtstralen op die afkomstig zijn van de sinaasappel. Zintuigcellen in je neus nemen de geur van de sinaasappel waar. Lichtstralen en geuren zijn voorbeelden van prikkels. Een **prikkel** is een invloed uit het milieu op een organisme.

Onder invloed van prikkels ontstaan in zintuigcellen impulsen. **Impulsen** zijn elektrische signalen die door zenuwen kunnen worden voortgeleid. De impulsen die in zintuigcellen ontstaan, worden door zenuwen naar je hersenen geleid. Je hersenen verwerken de impulsen en reageren door nieuwe impulsen af te geven. Deze impulsen worden door zenuwen naar je speekselklieren en naar spieren in je arm geleid. Je speekselklieren reageren op de impulsen door speeksel af te scheiden. Hierdoor ga je 'watertanden'. Je armspieren reageren op de impulsen door zich samen te trekken. Hierdoor kun je het partje sinaasappel aanpakken.

WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 6

▼ Afb. 3

Sportcoach

Mijn naam is Thomas. In de opleiding sport- en bewegingcoördinator heb ik geleerd om anderen in sport te begeleiden en te motiveren. Ik geef nu groepslessen in een fitnesscentrum en begeleid sporters met blessures of andere gezondheidsklachten.

Mijn eerste vraag aan een cliënt is altijd: 'Wat wil je met sporten bereiken?' Vervolgens stel ik een trainingsschema op. Daarin staat welke oefening je wanneer gaat doen en hoe vaak of hoelang. Het trainingsschema kan gericht zijn op kracht, conditie, stabiliteit of lenigheid.

Bij bewegen hangt alles af van een goede aansturing door het zenuwstelsel. Wanneer je bijvoorbeeld een gewicht tilt, sturen zintuigen informatie over het gewicht en je beweging naar je zenuwstelsel. Vervolgens stuurt je zenuwstelsel de juiste spieren aan zodat je in evenwicht blijft. Daarnaast regelt je zenuwstelsel dat bij inspanning je ademhaling en je hartslag worden versneld. Hierdoor krijgen je spieren voldoende zuurstof en voedingsstoffen.



2 Zenuwcellen en zenuwen

Voordat je ook maar één vinger kunt bewegen, moeten je hersenen eerst impulsen naar de juiste spieren versturen. Dat gaat vaak met een snelheid van meer dan 200 km/uur. Vandaar dat je heel snel kunt reageren. Het versturen van impulsen in het zenuwstelsel gaat via **zenuwcellen**. Het zenuwstelsel bevat miljoenen van deze zenuwcellen. Elke zenuwcel is opgebouwd uit een cellichaam en uitlopers. In het **cellichaam** bevindt zich de celkern. Door de **uitlopers** worden de impulsen voortgeleid. Uitlopers kunnen heel lang zijn.

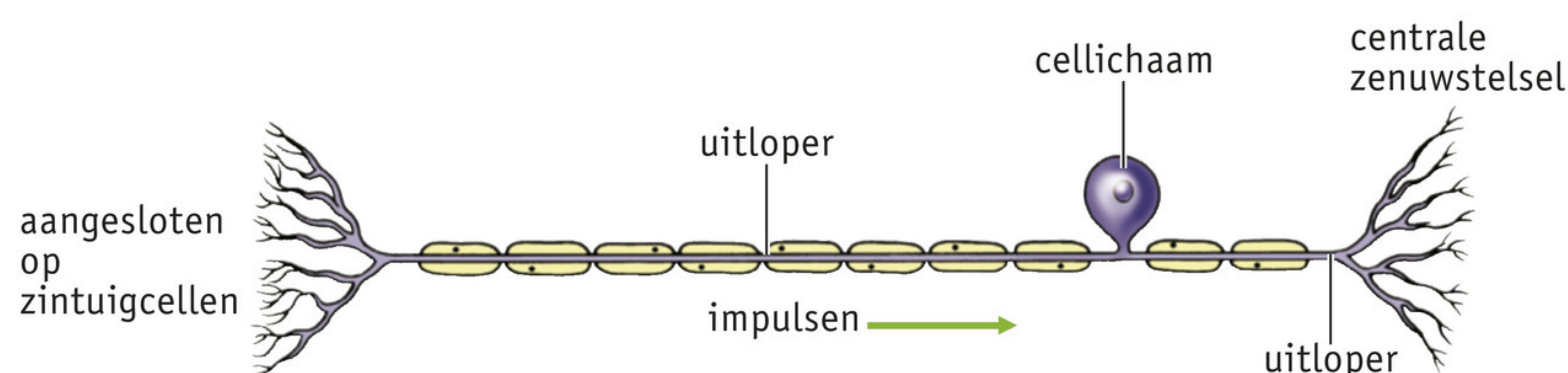
TYPEN ZENUWCELLEN

Er zijn drie typen zenuwcellen:

- gevoelszenuwcellen;
- bewegingszenuwcellen;
- schakelcellen.

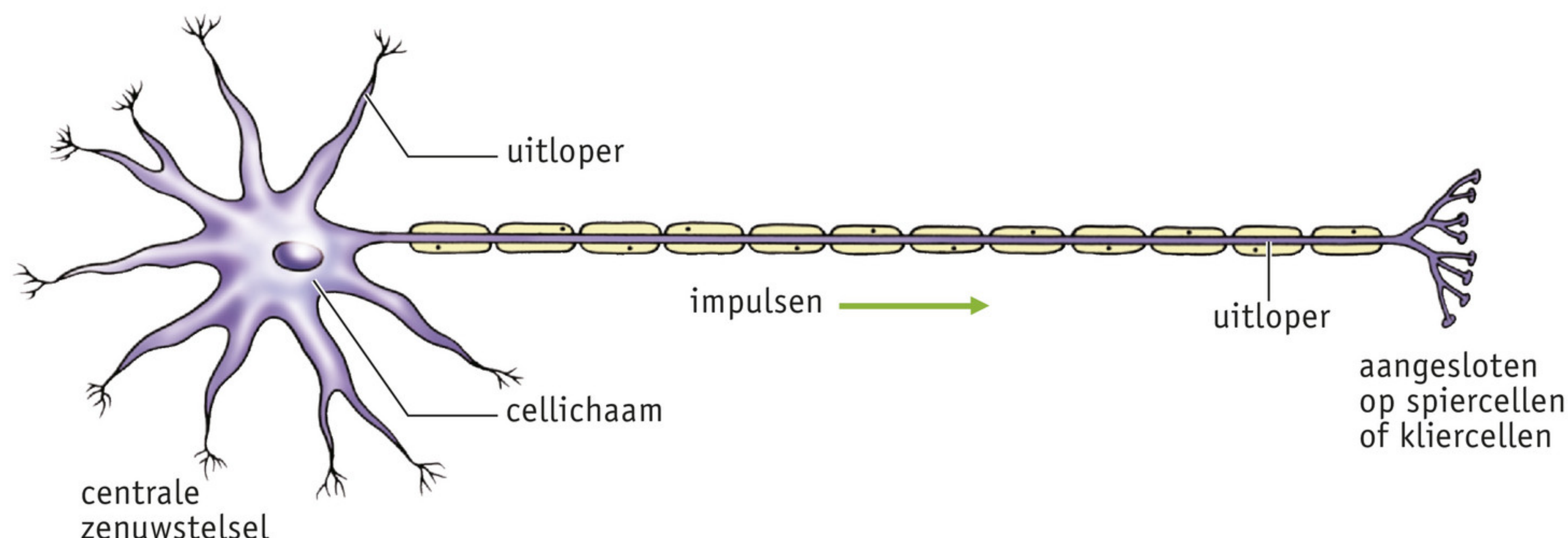
Gevoelszenuwcellen geleiden impulsen van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 4). De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen *vlak bij* het centrale zenuwstelsel. Een gevoelszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt. De andere uitlopers geleiden impulsen van het cellichaam naar het centrale zenuwstelsel.

▼ **Afb. 4** Een gevoelszenuwcel (schematisch).



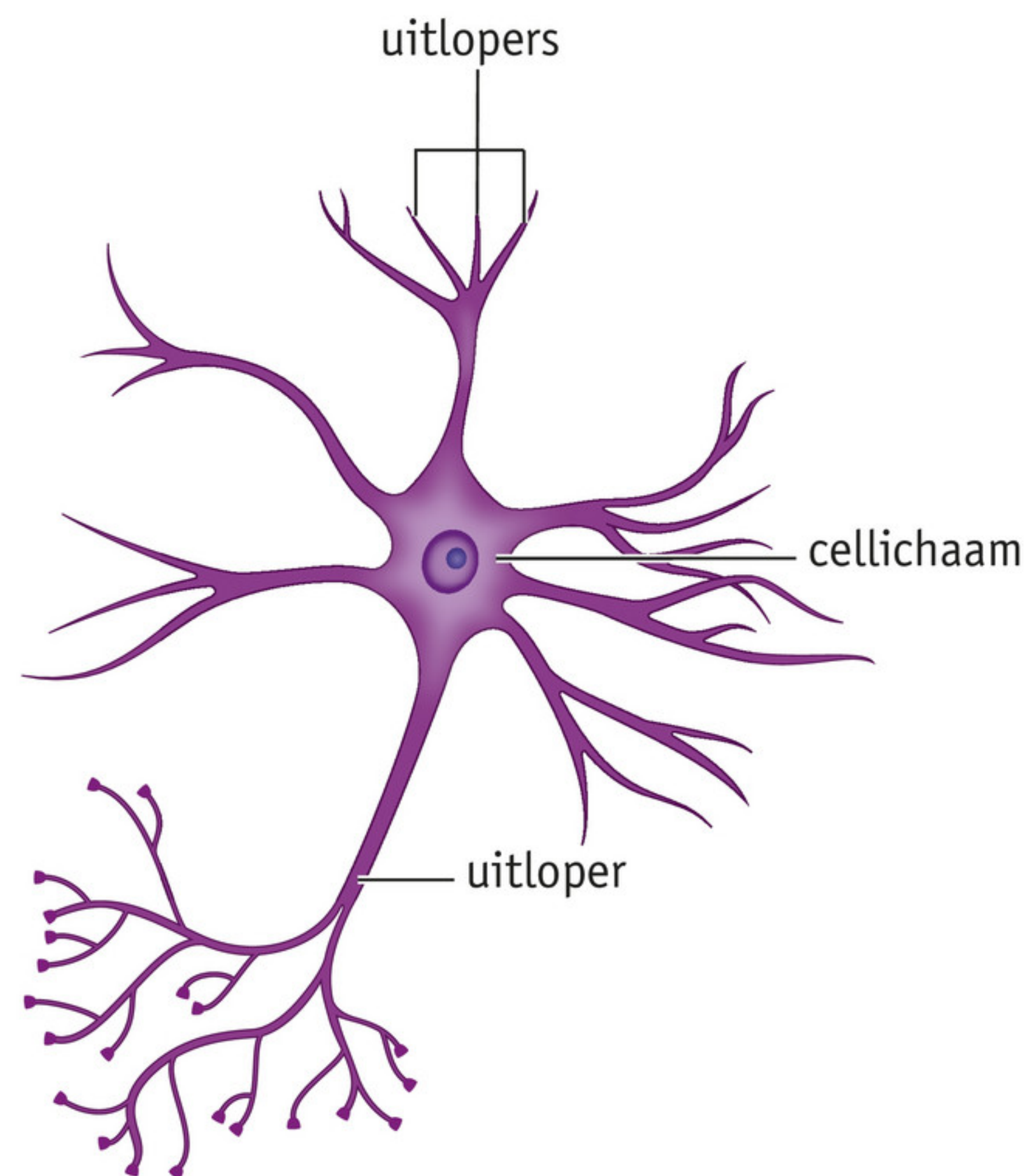
Bewegingszenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren (zie afbeelding 5). De cellichamen van bewegingszenuwcellen liggen *in* het centrale zenuwstelsel. Een bewegingszenuwcel heeft één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.

▼ **Afb. 5** Een bewegingszenuwcel (schematisch).

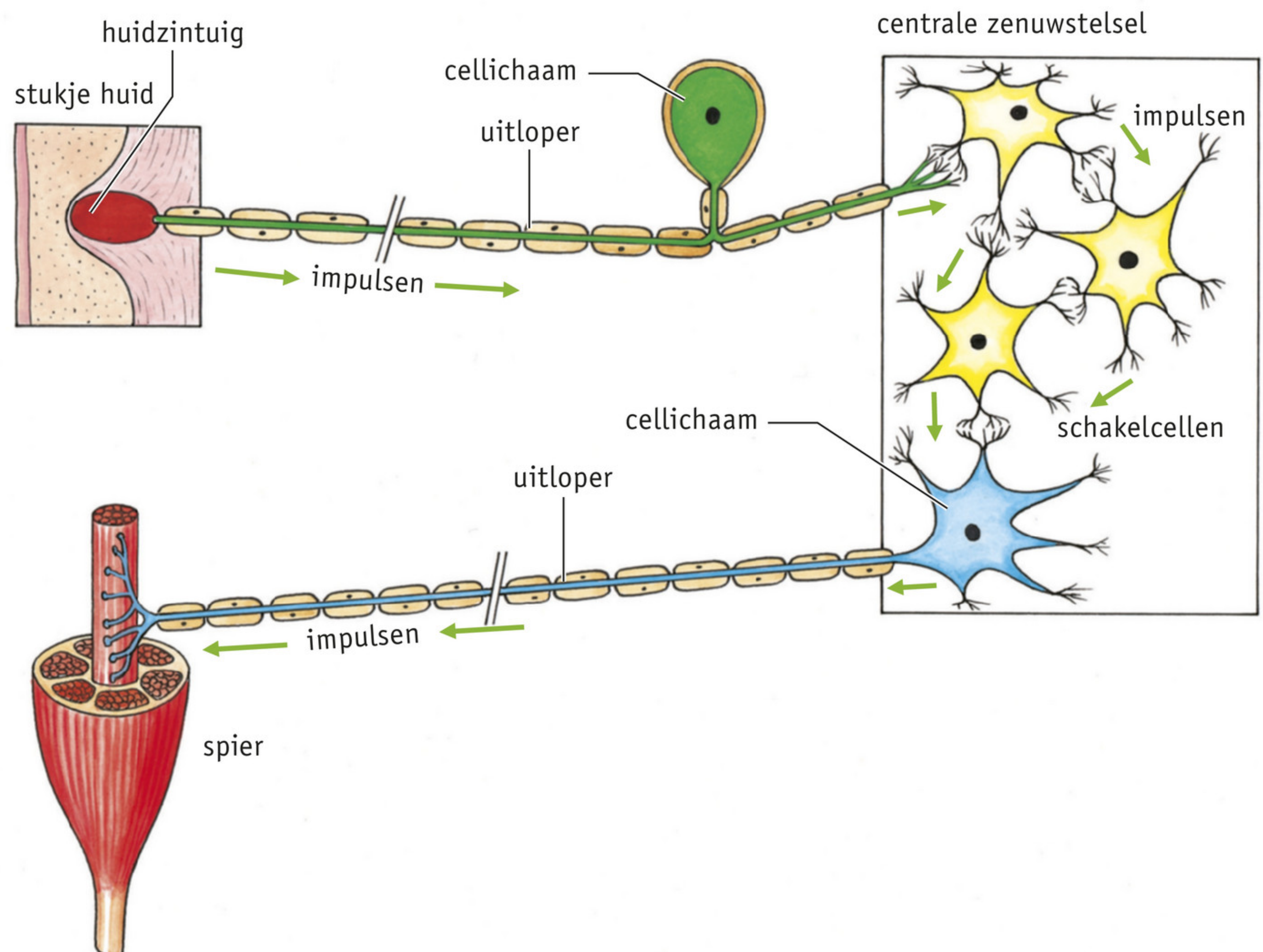


Schakelcellen geleiden impulsen binnen het centrale zenuwstelsel (zie afbeelding 6). Ze verbinden elkaar onderling, maar ook de uitlopers van gevoelszenuwcellen met de uitlopers van bewegingszenuwcellen. Schakelcellen liggen *in hun geheel* in het centrale zenuwstelsel. In afbeelding 7 is schematisch getekend hoe de drie typen zenuwcellen impulsen aan elkaar doorgeven.

► **Afb. 6** Een schakelcel (schematisch).



► **Afb. 7** Het doorgeven van impulsen.

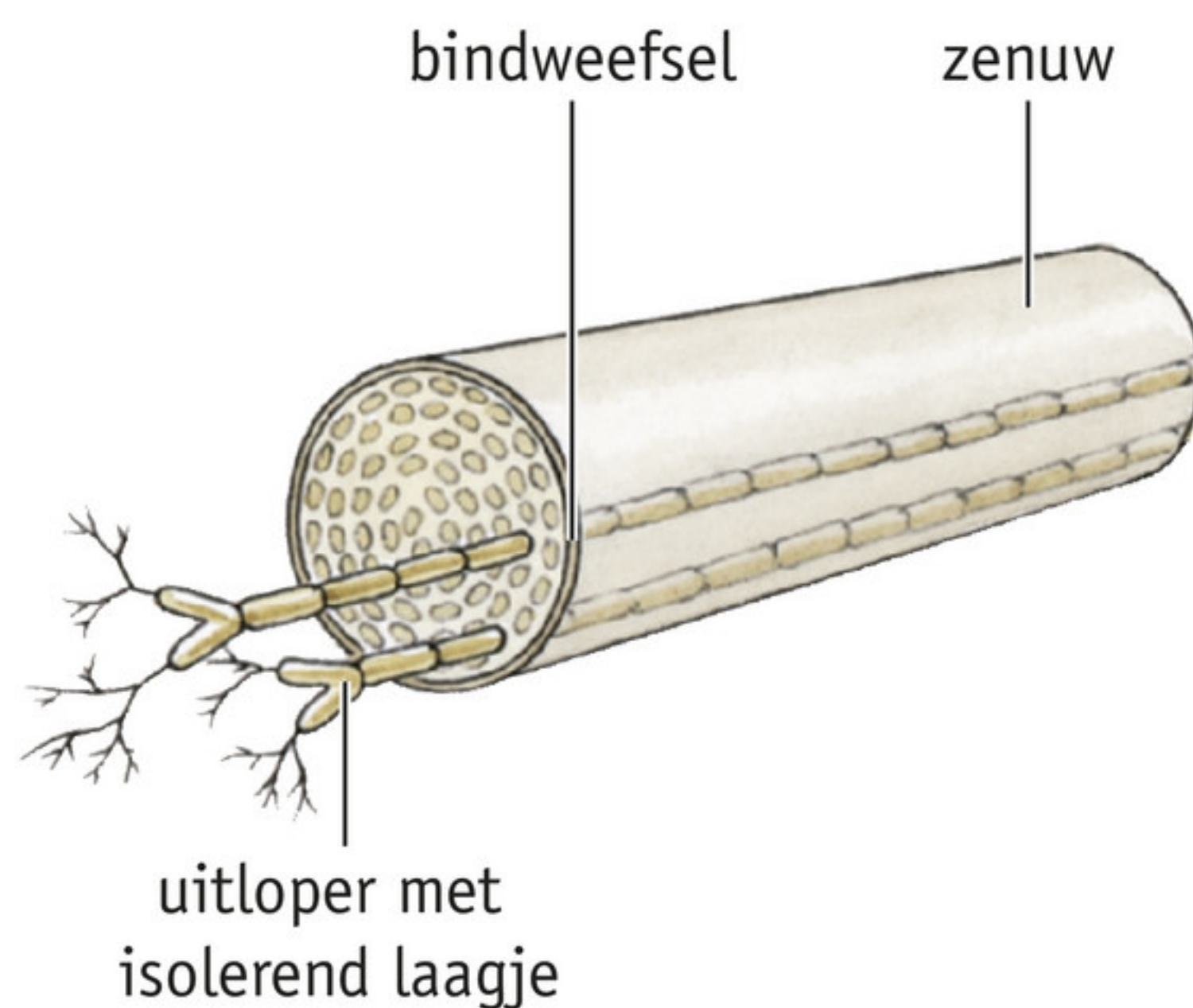


ZENUWEN

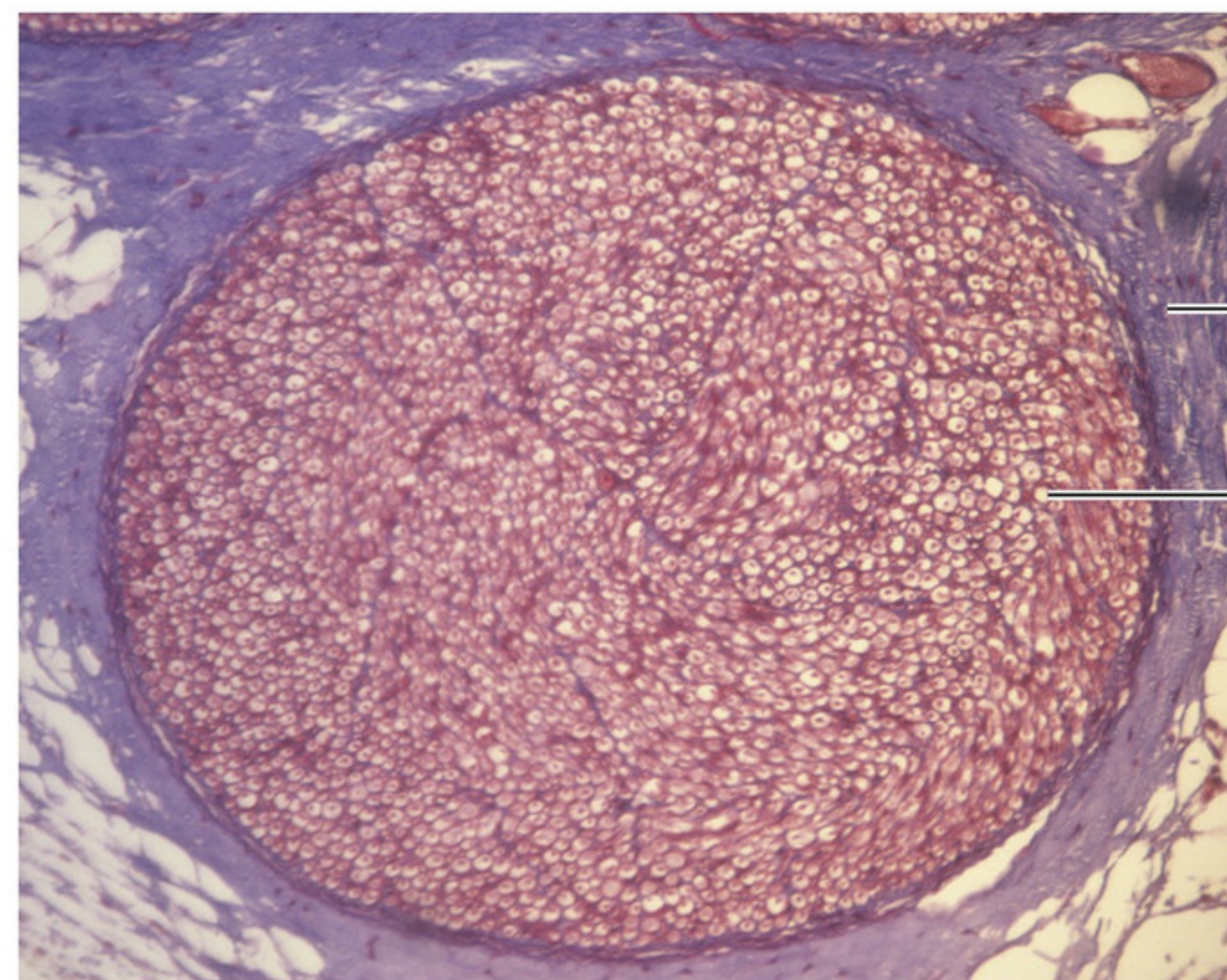
In werkelijkheid wordt nooit één impuls via één uitloper naar het centrale zenuwstelsel of naar een spier of klier geleid. Impulsen worden via duizenden uitlopers tegelijk voortgeleid. De uitlopers liggen bij elkaar in een **zenuw** (zie afbeelding 8). Elke uitloper in een zenuw is omgeven door een dun laagje. Dat laagje isoleert de uitlopers van elkaar.

Om een zenuw heen ligt bindweefsel. Het **bindweefsel** is een stevige laag die zorgt voor bescherming van de zenuw.

▼ **Afb. 8** Zenuw met uitlopers.



1 schematische tekening van een zenuw

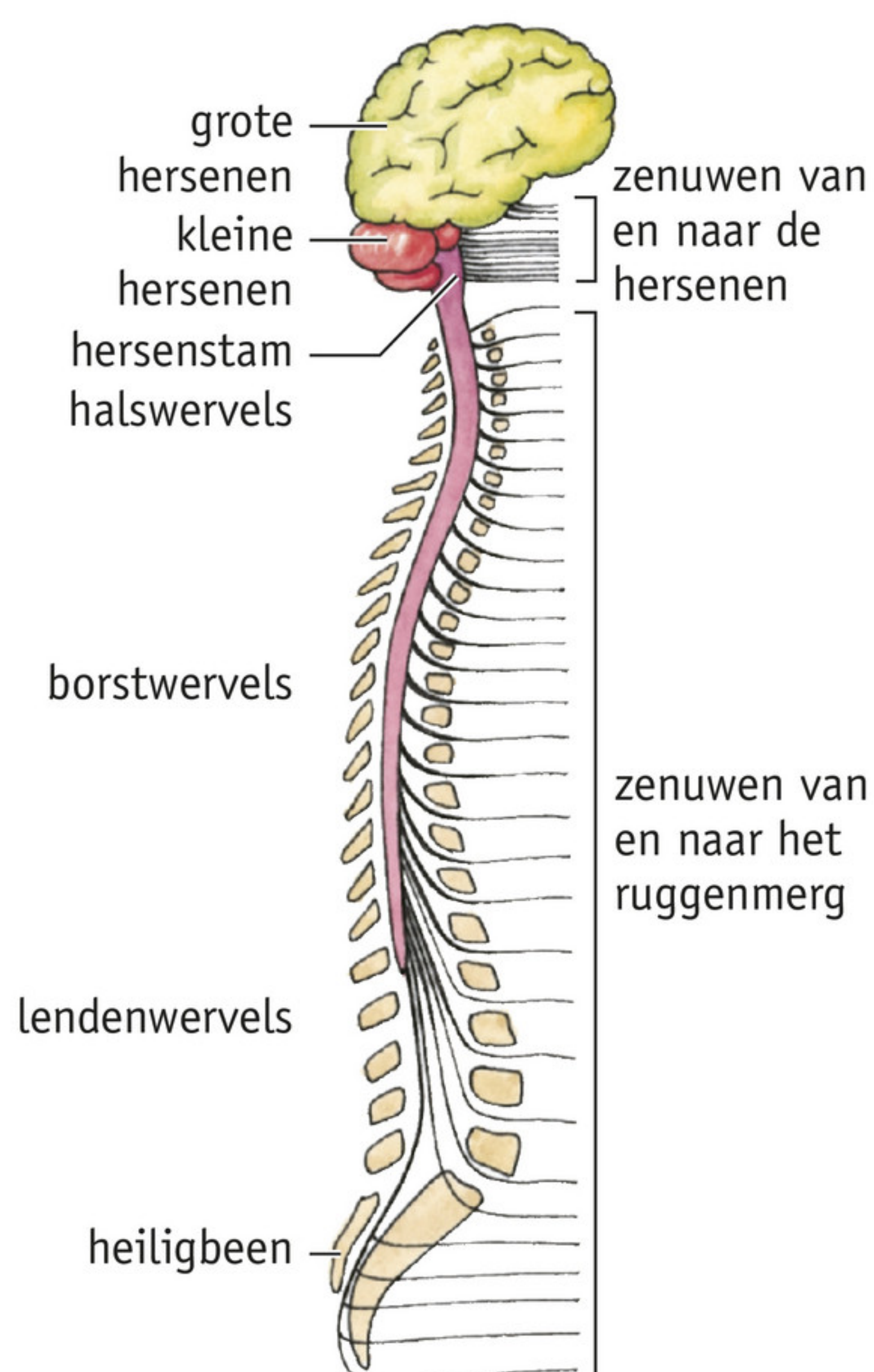


2 microscopische foto van een dwarsdoorsnede van een zenuw

Er zijn drie typen zenuwen:

- gevoelszenuwen;
- bewegingszenuwen;
- gemengde zenuwen.

▼ **Afb. 9** Gemengde zenuwen sluiten op het centrale zenuwstelsel aan (schematisch).



Een **gevoelszenuw** bevat alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen. Voorbeelden van gevoelszenuwen zijn de oogzenuwen. Deze zenuwen geleiden impulsen van de zintuigcellen in je ogen naar je hersenen.

Een **bewegingszenuw** bevat alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen. Een **gemengde zenuw** bevat uitlopers van gevoelszenuwcellen en uitlopers van bewegingszenuwcellen.

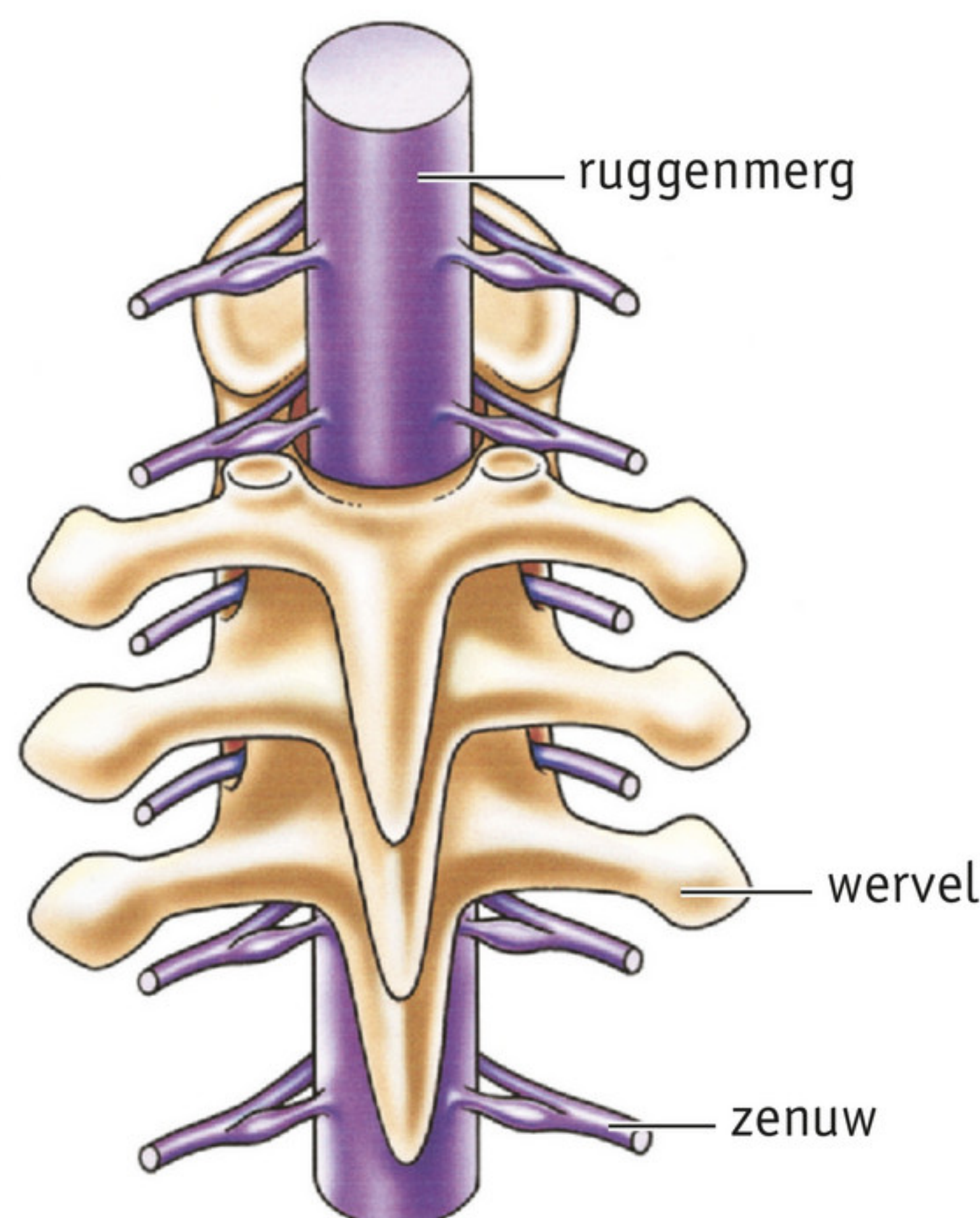
De meeste zenuwen in je lichaam zijn gemengde zenuwen. De zenuwen die impulsen geleiden van en naar je romp en van je ledematen (armen en benen) komen bij het ruggenmerg aan. De zenuwen die impulsen geleiden van en naar je hoofd en hals komen bij de hersenstam aan (zie afbeelding 9).

Uitlopers en dus ook zenuwen kunnen heel lang zijn. Soms zijn ze wel een meter lang. De impulsen leggen dan een grote afstand af door de zenuwen.

WB OPDRACHT 6 T/M 14 BLZ. 9

3 Het ruggenmerg

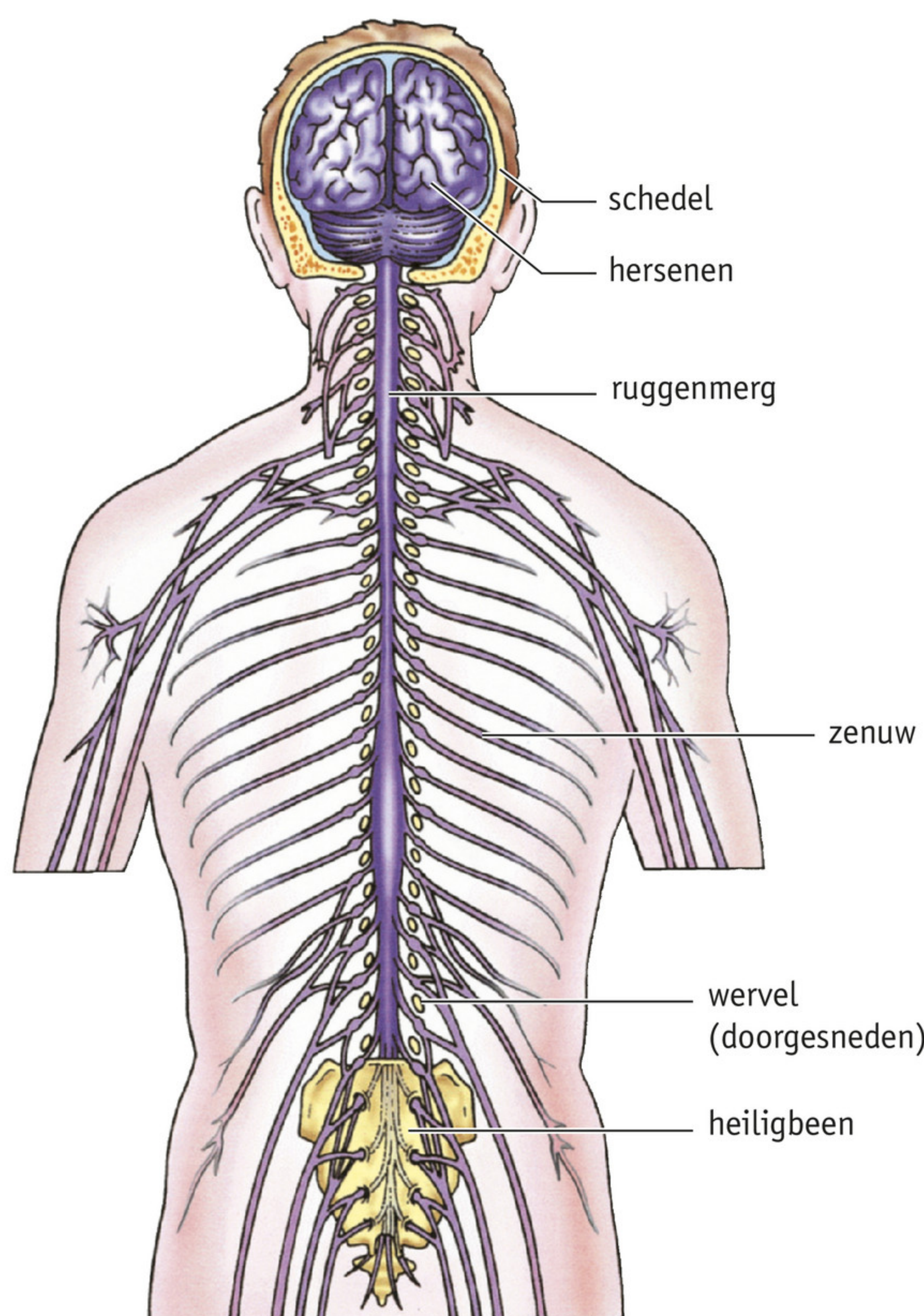
▼ **Afb. 10** Bescherming van het ruggenmerg.



Alle gewervelde dieren hebben een wervelkolom. De wervels beschermen een belangrijk deel van het zenuwstelsel: het **ruggenmerg**. Veel zenuwen zijn door het ruggenmerg met de hersenen verbonden.

Het ruggenmerg ligt in het **wervelkanaal**: een opening in de wervels (zie afbeelding 10). Het ruggenmerg begint bij de hersenstam en eindigt bij de lendenwervels onder aan de rug. Tussen twee wervels komt steeds aan elke kant een zenuw uit het ruggenmerg (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 11** De zenuwen zijn met de hersenen verbonden door het ruggenmerg.



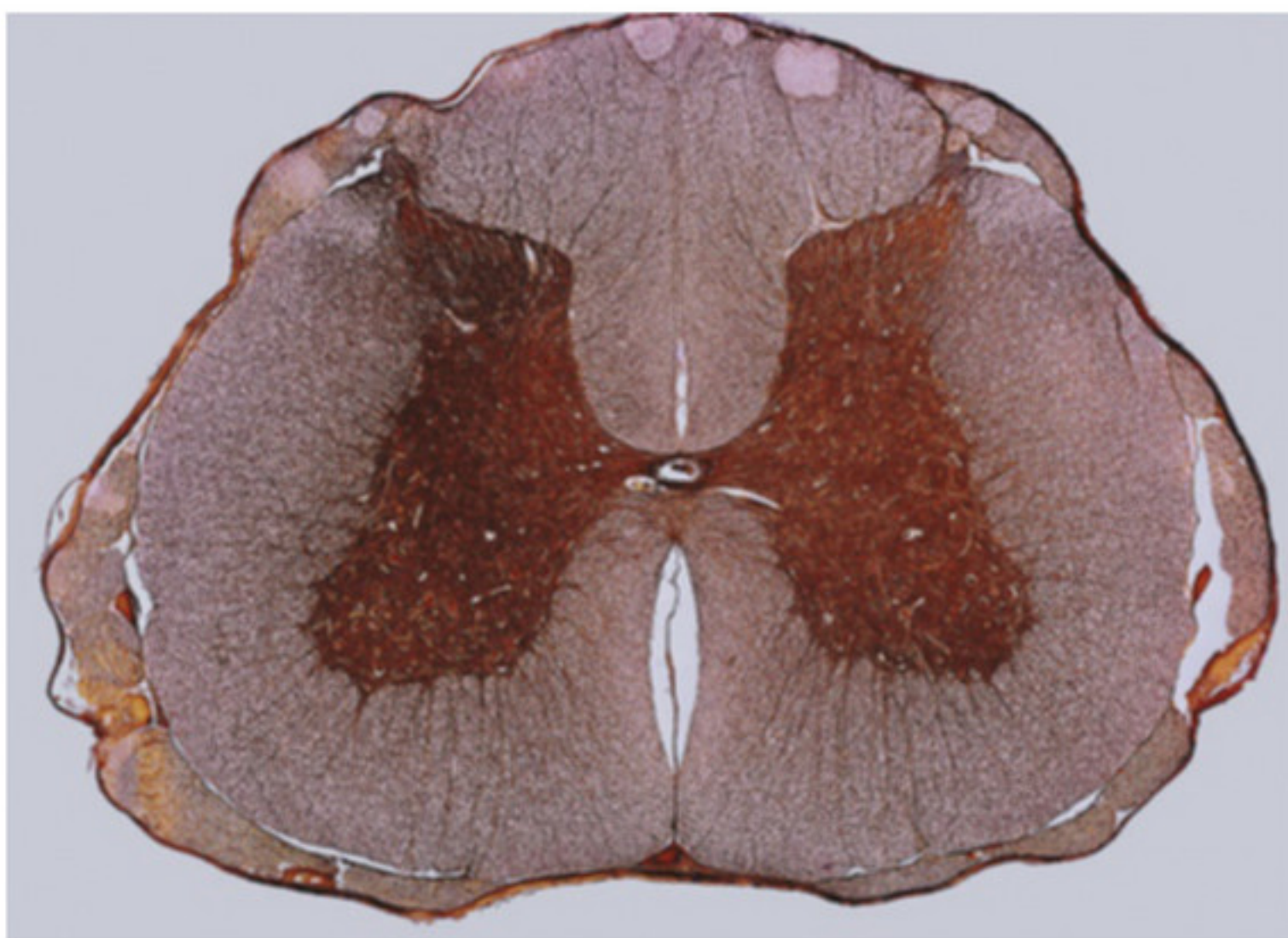
GRIJZE STOF EN WITTE STOF

In afbeelding 12 zie je een foto en een schematische tekening van een dwarsdoorsnede van het ruggenmerg. In het midden ligt de **grijze stof**, met de cellichamen van schakelcellen en van bewegingszenuwcellen. Aan de buitenzijde vind je de **witte stof**. Hierin liggen veel uitlopers. De uitlopers geleiden impulsen van en naar de hersenen, dus omlaag en omhoog. De witte kleur wordt veroorzaakt door de isolerende laagjes die om de uitlopers heen liggen.

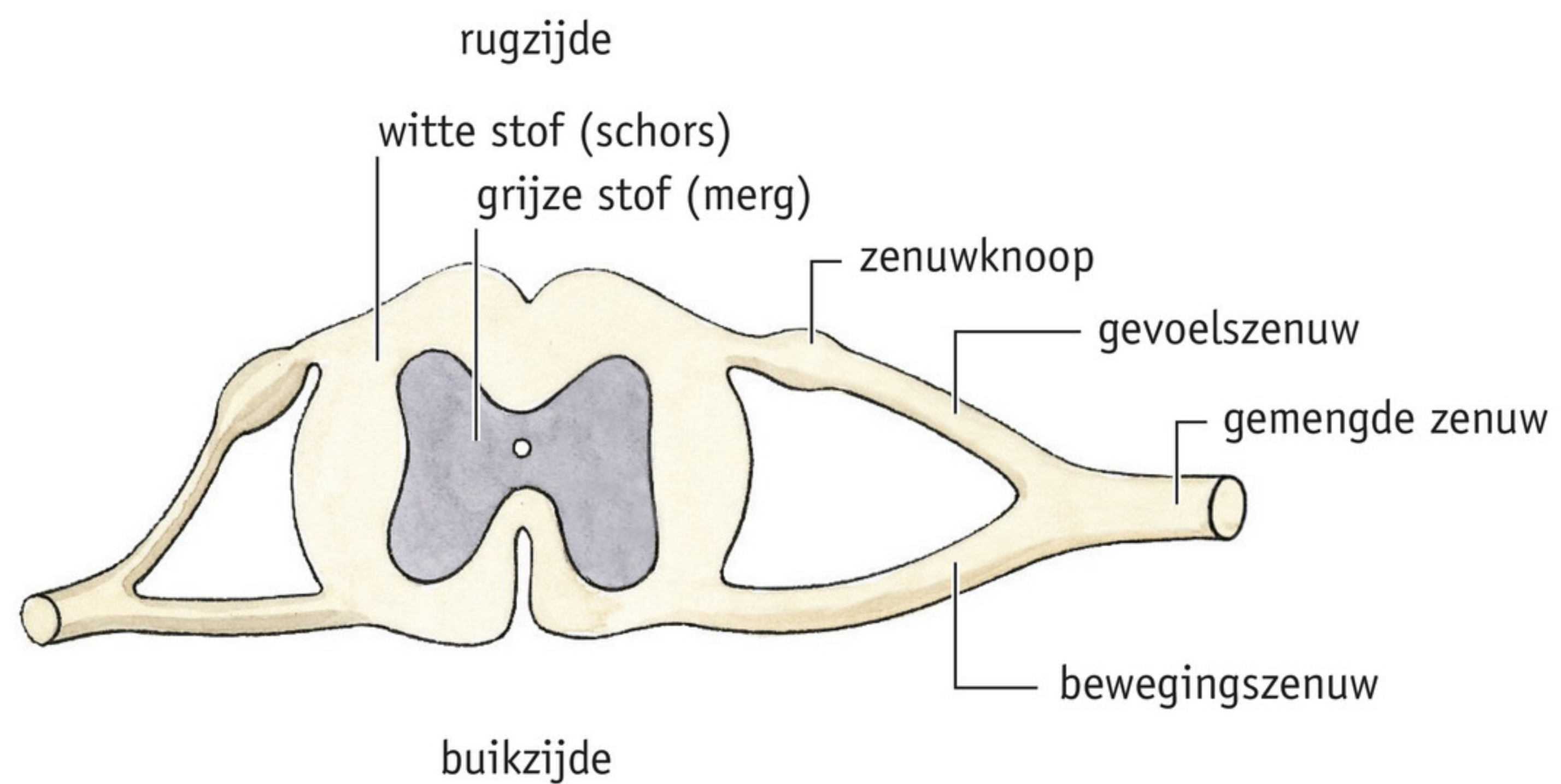
Vlak bij het ruggenmerg splitsen de gemengde zenuwen zich in gevoelszenuwen en bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen komen het ruggenmerg binnen aan de buikzijde. De gevoelszenuwen komen het ruggenmerg binnen aan de rugzijde. De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen bij elkaar in verdikkingen. Deze verdikkingen heten **zenuwknopen**.

WB PRACTICUM 1 BLZ. 44

▼ **Afb. 12** Ruggenmerg.



1 microscopische foto (dwarsdoorsnede)

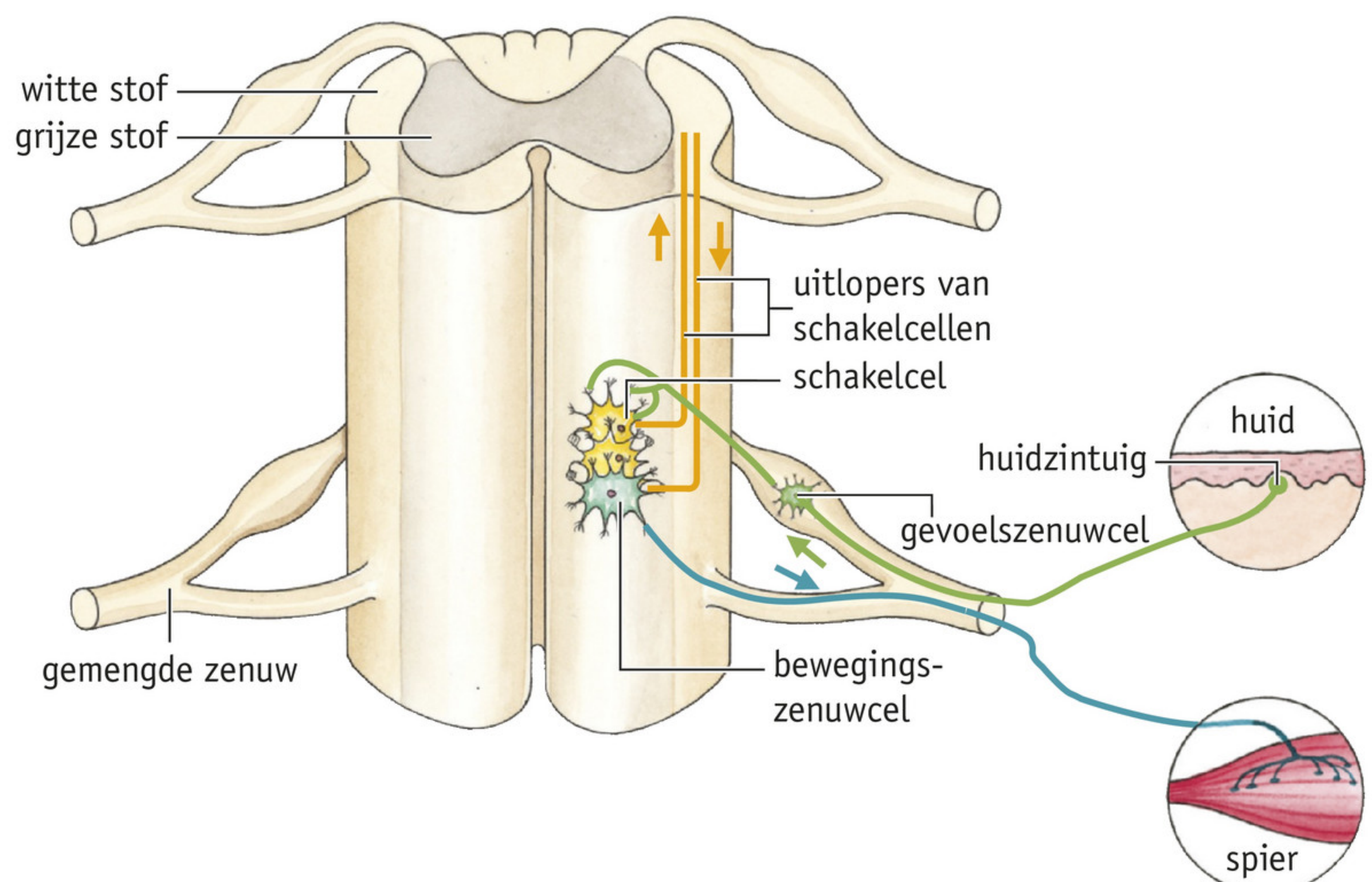


2 schematisch

De cellichamen van de gevoelszenuwcellen zijn door uitlopers verbonden met de cellichamen van schakelcellen in de grijze stof (afbeelding 13). De schakelcellen zijn door uitlopers verbonden met de cellichamen van bewegingszenuwcellen in de grijze stof. Andere uitlopers van de schakelcellen lopen door de witte stof van en naar de hersenen. Uitlopers van bewegingszenuwcellen verlaten het ruggenmerg aan de buikzijde in bewegingszenuwen. De bewegingszenuwen komen uit in de gemengde zenuwen.

WB OPDRACHT 15 T/M 20 BLZ. 14

► **Afb. 13** Overzicht van de ligging van zenuwcellen in het ruggenmerg en daarbuiten (schematisch).

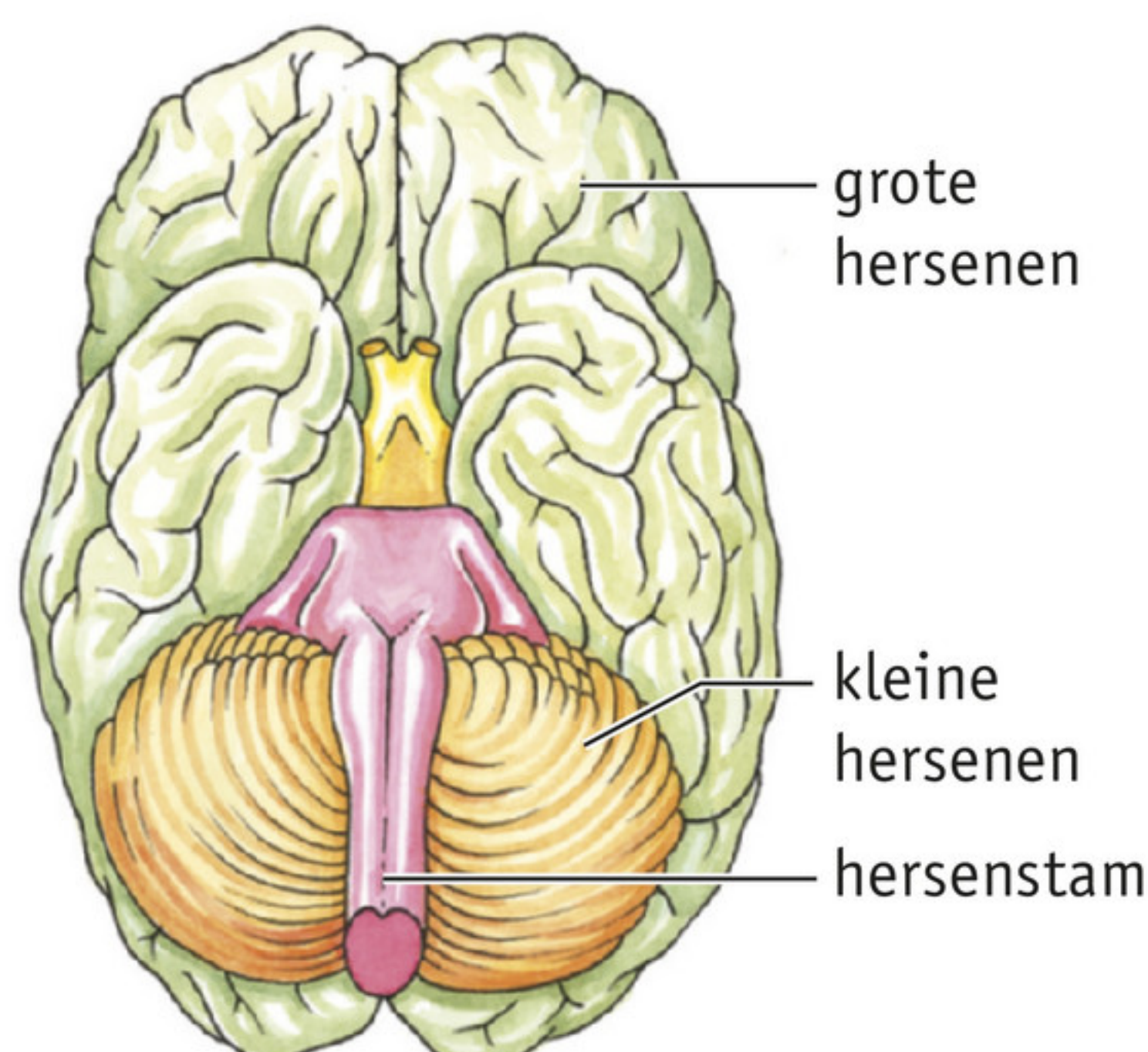


4

De hersenen

Je hersenen bestaan uit de hersenstam, de grote hersenen en de kleine hersenen (zie afbeelding 14).

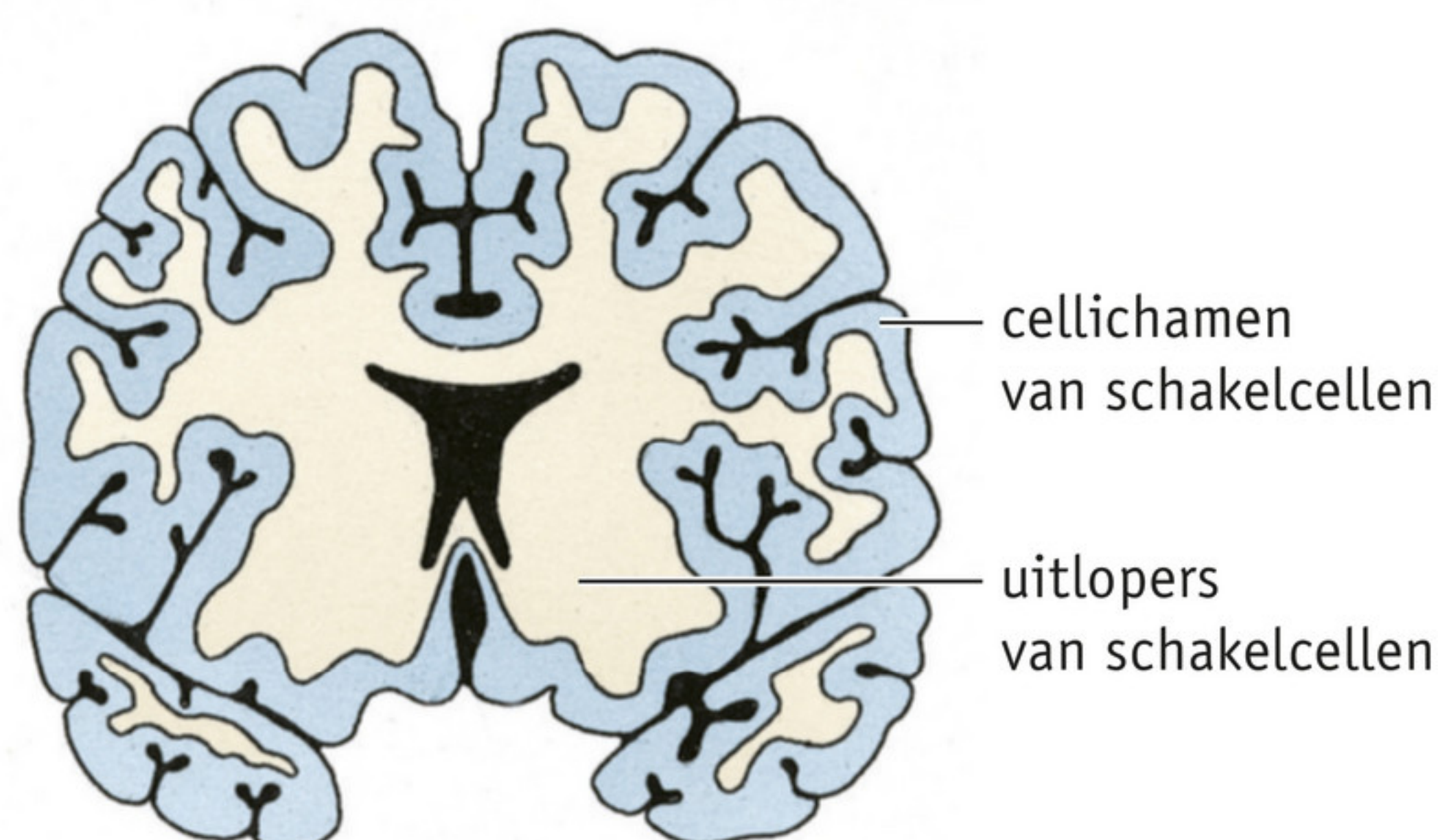
▼ **Afb. 14** De hersenen (onderaanzicht).



De **hersenstam** ligt in het verlengde van het ruggenmerg. De hersenstam geleidt impulsen van het ruggenmerg naar de grote en de kleine hersenen, en omgekeerd. Daarnaast geleidt de hersenstam impulsen die afkomstig zijn van zintuigen in hoofd en hals naar de grote en de kleine hersenen. Ook geleidt de hersenstam de impulsen die afkomstig zijn van de grote en de kleine hersenen naar de spieren en klieren in hoofd en hals. Naast het geleiden van impulsen stuurt de hersenstam ook belangrijke levensfuncties aan, zoals hartslag, ademhaling, bloeddruk en temperatuur van het lichaam.

De grote hersenen en de kleine hersenen bestaan elk uit twee helften, een linkerhelft en een rechterhelft. Vooral de grote hersenen zijn sterk geplooid (zie afbeelding 15). In de hersenschors (het buitenste gedeelte) van de grote en de kleine hersenen ligt de **grijze stof**. Hierin liggen de cellichamen van de schakelcellen van de hersenen. In het binnenste gedeelte ligt de **witte stof**. Hierin liggen de uitlopers van schakelcellen.

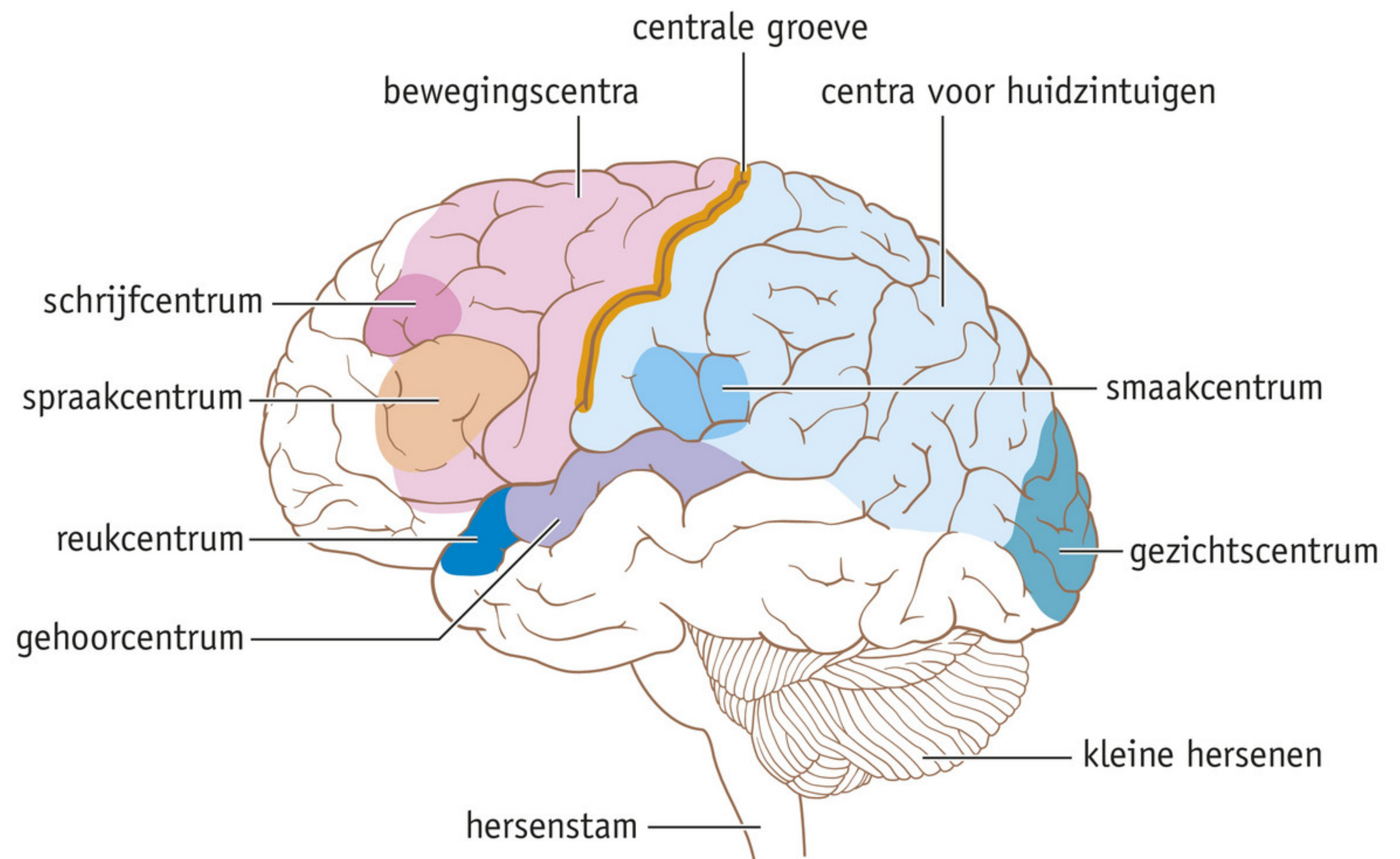
► **Afb. 15** De grote hersenen (dwarsdoorsnede).



HERSENCENTRA

In de **grote hersenen** komen zeer veel impulsen aan die afkomstig zijn van zintuigen. Pas als deze impulsen in de grote hersenen zijn verwerkt, word je je bewust van een prikkel. De plaats waar impulsen in de grote hersenen aankomen en worden verwerkt, bepaalt welke waarneming je doet. In de grote hersenen liggen de cellichamen van de schakelcellen in groepen bij elkaar: de **hersencentra** (zie afbeelding 16). Deze worden onderverdeeld in gevoelscentra en bewegingscentra. **Gevoelscentra** ontvangen informatie van zintuigen. **Bewegingscentra** sturen spieren of klieren aan. Voor elk lichaamsdeel is er in elke hersenhelft een centrum voor bewegen en voelen.

► **Afb. 16** De hersenen met de ligging van de hersencentra (schematisch).



In de gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt. In de gezichtscentra bijvoorbeeld komen impulsen aan die afkomstig zijn van gevoelszenuwen van je ogen. Doordat deze impulsen worden verwerkt, zie je iets. Als er in de gezichtscentra een storing optreedt, kun je blind worden terwijl je ogen goed blijven functioneren. Doordat in de gevoelscentra van de grote hersenen binnenkomende impulsen worden verwerkt, vindt bewuste gewaarwording (bewuste waarneming) van prikkels plaats.

In de bewegingscentra kunnen impulsen ontstaan. Deze impulsen kunnen via het centrale zenuwstelsel en bewegingszenuwen naar spieren worden geleid. Ze veroorzaken bewegingen die je bewust maakt (bewuste of gewilde bewegingen).

Vaak voer je veel bewegingen tegelijkertijd uit. De **kleine hersenen** zorgen ervoor dat alle bewegingen van je lichaam op elkaar zijn afgestemd. Dit wordt coördinatie genoemd. Hierdoor kun je bijvoorbeeld een bal vangen of je evenwicht bewaren (zie afbeelding 17).

▼ **Afb. 17** De kleine hersenen zorgen voor de coördinatie van alle bewegingen.

WB PRACTICUM 2 BLZ. 44



1 bij het vangen van een bal



2 bij het bewaren van het evenwicht

- ▼ **Afb. 18** Medicijnen kunnen de rijvaardigheid beïnvloeden.



BEÏNVLOEDING VAN HET ZENUWSTELSEL

Er zijn veel stoffen die de werking van het zenuwstelsel beïnvloeden. Voorbeelden daarvan zijn medicijnen, tabak, drugs en alcohol. Deze stoffen kunnen het doorgeven van impulsen remmen of juist stimuleren. Dit heeft invloed op de manier waarop je hersenen informatie verwerken. Sommige medicijnen worden voorgeschreven om de werking van het zenuwstelsel te remmen. Morfine zorgt ervoor dat de impulsen vanuit de pijnzintuigen de hersenen niet meer kunnen bereiken. Er vindt dan geen pijngewaarwording plaats. Ook slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen remmen het doorgeven van impulsen. Pijnstillers, slaapmiddelen en kalmeringsmiddelen maken je suf. Je waarnemingsvermogen en je reactievermogen nemen af. Zeker in het verkeer is dat gevaarlijk. Op de verpakking van medicijnen staat daarom of ze de rijvaardigheid kunnen beïnvloeden (zie afbeelding 18).

Aan het gebruiken van alcohol, tabak en drugs zijn gezondheidsrisico's verbonden. Bovendien kun je er verslaafd aan raken. Bij het roken van tabak bijvoorbeeld stimuleert nicotine de hersenen om stofjes aan te maken die je een goed gevoel geven. Je hebt er alleen steeds meer van nodig om hetzelfde goede gevoel te krijgen.

Stimulerende drugs zoals xtc, cocaïne en speed geven je het gevoel dat je meer energie hebt. Verdovende drugs zoals hasj en wiet (of cannabis) geven je een ontspannen gevoel. Xtc, hasj en wiet vervormen daarnaast ook de waarnemingen die je zintuigen doen.

Alcohol heeft een verdovende werking op het zenuwstelsel. Voor jongeren zijn de risico's veel groter dan voor volwassenen (zie afbeelding 19).

WB OPDRACHT 21 T/M 30 BLZ. 18

- ▼ **Afb. 19**

Meer problemen bij vroeg drinken

Uit onderzoek blijkt dat het drinken van alcohol op jonge leeftijd schadelijk is voor de gezondheid. In de puberteit ben je in de groei. Ook je hersenen zijn nog tot je 24e jaar in ontwikkeling.

Kortetermijneffecten

Alcohol zorgt ervoor dat je je minder goed kunt concentreren. Ook neemt het reactievermogen af. Onder pubers komen in verhouding meer verkeersslachtoffers voor. De combinatie van alcohol en onervarenheid in het verkeer maakt het verkeer voor jongeren extra gevaarlijk. Jongeren zijn extra gevoelig voor alcohol, waardoor ze meer risico lopen op een black-out of alcoholvergiftiging. Een black-out betekent dat je achteraf niet meer

weet wat je allemaal hebt gedaan en gezegd. Bij een alcoholvergiftiging raakt het zenuwstelsel te veel verdoofd en raak je bewusteloos. Daarna kan een coma optreden met de dood tot gevolg.

Langetermijneffecten

Jongeren lopen meer kans om verslaafd te raken aan alcohol dan mensen die na hun 18e beginnen met drinken. Door overmatig drankgebruik kunnen de hersenen van jongeren zich niet goed ontwikkelen en ontstaat blijvende hersenschade. Dit kan leiden tot geheugenstoornissen, leerstoornissen of depressies.

5 De weg die impulsen afleggen

Bij het reageren op prikkels kunnen impulsen op verschillende manieren door het zenuwstelsel worden voortgeleid. We onderscheiden hierbij bewuste reacties en reflexen.

▼ **Afb. 20** Een bewuste reactie.



BEWUSTE REACTIES

Samen met klasgenoten maak je een selfie. Je kijkt naar de camera en lacht (zie afbeelding 20). In dit geval ben je bewust van de camera en reageer je door te lachen. Dat lachen is een **bewuste reactie**. Bij een bewuste reactie verlopen de impulsen altijd via de hersenen.

Als lichtstralen van de camera op zintuigcellen in je ogen vallen, gaan impulsen van de zintuigcellen via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je grote hersenen. De impulsen komen aan in het gezichtscentrum en worden daar verwerkt. Hier word je ervan bewust dat je de camera ziet.

Je besluit te lachen. Op dat moment ontstaan in bewegingscentra van je grote hersenen impulsen. Deze impulsen worden via de hersenstam naar bewegingszenuwcellen van je gezichtsspieren geleid: je lacht.

REFLEXEN

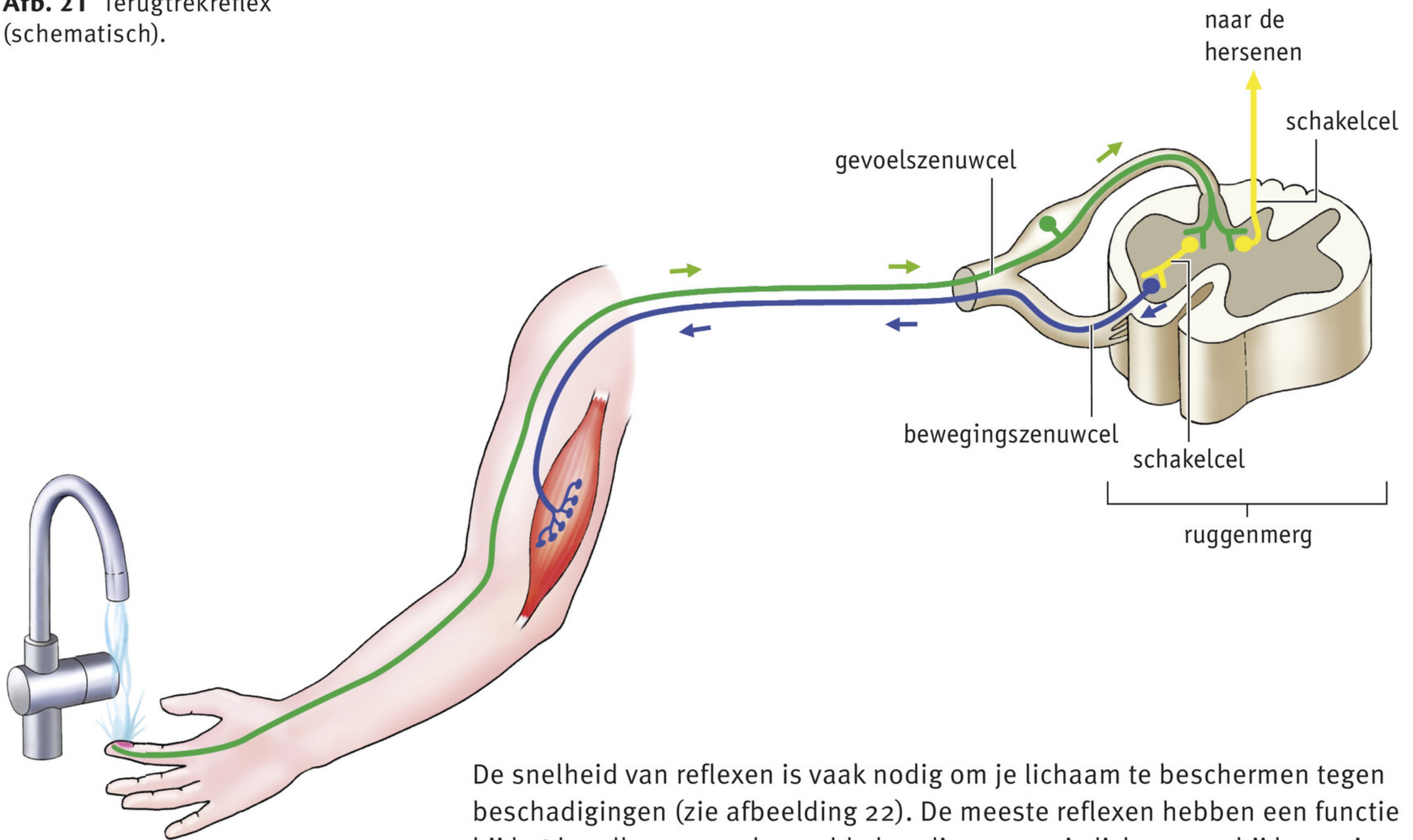
Een **reflex** is een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel. In afbeelding 21 is een voorbeeld van een terugtrekreflex schematisch getekend. Je wilt je hand afspoelen. Het water blijkt heel heet te zijn. Als je huid in aanraking komt met het hete water, trek je je hand direct terug. Pas daarna word je ervan bewust van de pijn.

Door het hete water op je hand ontstaan in bepaalde zintuigcellen in je huid impulsen. Deze impulsen worden via gevoelszenuwcellen naar schakelcellen in je ruggenmerg geleid. De schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen. De bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen naar spiercellen in je armspieren. Hierdoor trekken je armspieren zich samen, waardoor je je arm terugtrekt.

Ook geleiden schakelcellen in je ruggenmerg impulsen naar je hersenen (zie afbeelding 21). De weg van de schakelcellen in het ruggenmerg naar de grote hersenen is echter langer dan de weg van het ruggenmerg naar de armspieren. Daardoor trek je eerst je hand terug en voel je pas daarna de pijn.

WB PRACTICUM 3 BLZ. 46

▼ **Afb. 21** Terugtrekreflex (schematisch).



De snelheid van reflexen is vaak nodig om je lichaam te beschermen tegen beschadigingen (zie afbeelding 22). De meeste reflexen hebben een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen van je lichaam en bij bewegingen. Bij deze reflexen gaan geen impulsen naar je hersenen. Je bent je dus niet bewust van deze reflexen. Een voorbeeld hiervan zijn strekreflexen: als een spier wordt gestrekt, trekt de spier in een reflex samen.

De weg die impulsen bij een reflex afleggen, wordt een **reflexboog** genoemd. De reflexbogen van het hoofd en de hals verlopen via de hersenstam. De reflexbogen van de romp en ledematen verlopen via het ruggenmerg. De grote hersenen maken geen deel uit van reflexbogen. Toch komen bij sommige reflexen ook impulsen in de grote hersenen aan.

WB OPDRACHT 31 T/M 38 BLZ. 26

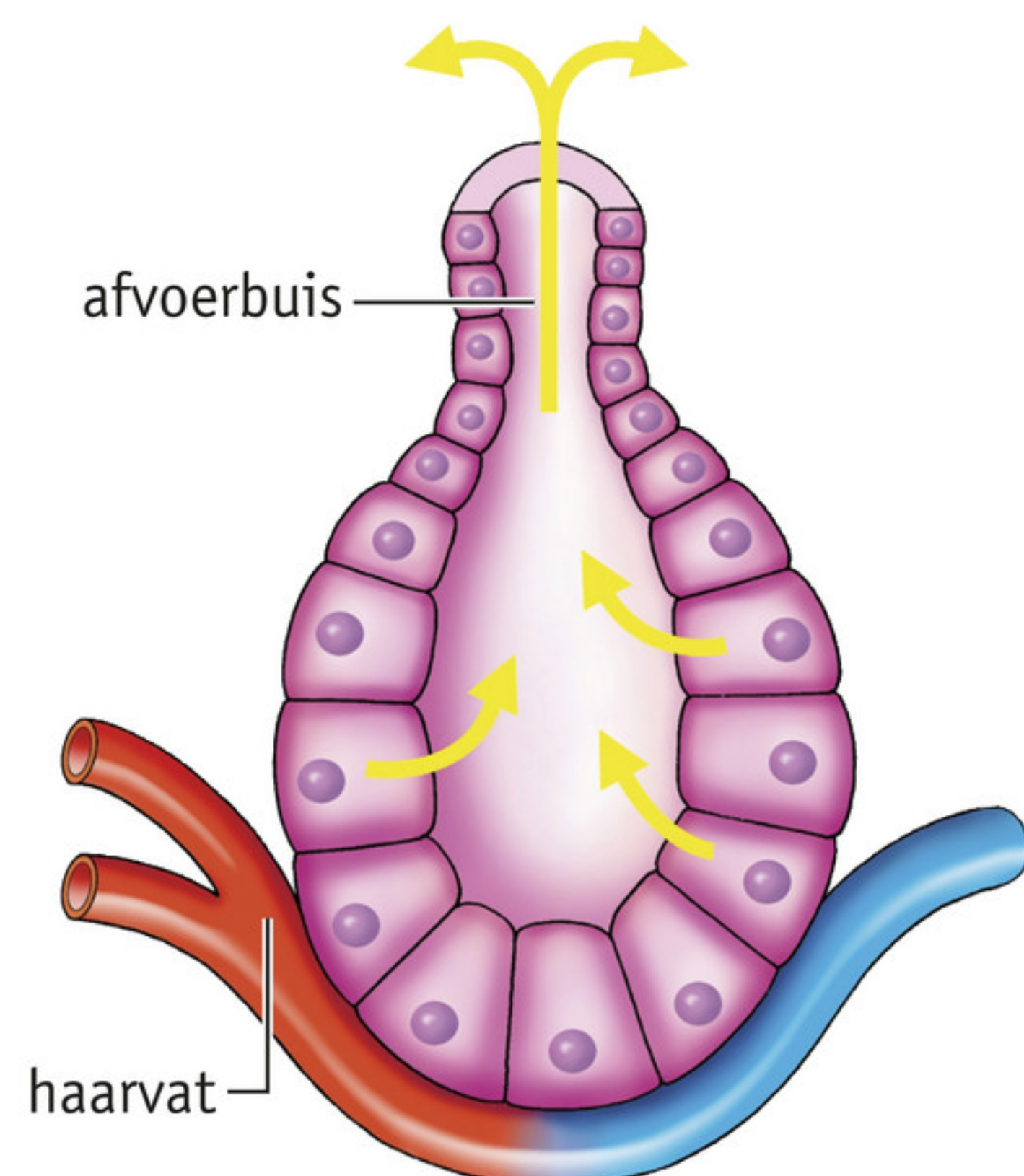
► **Afb. 22** Reflexen beschermen het lichaam tegen beschadigingen.



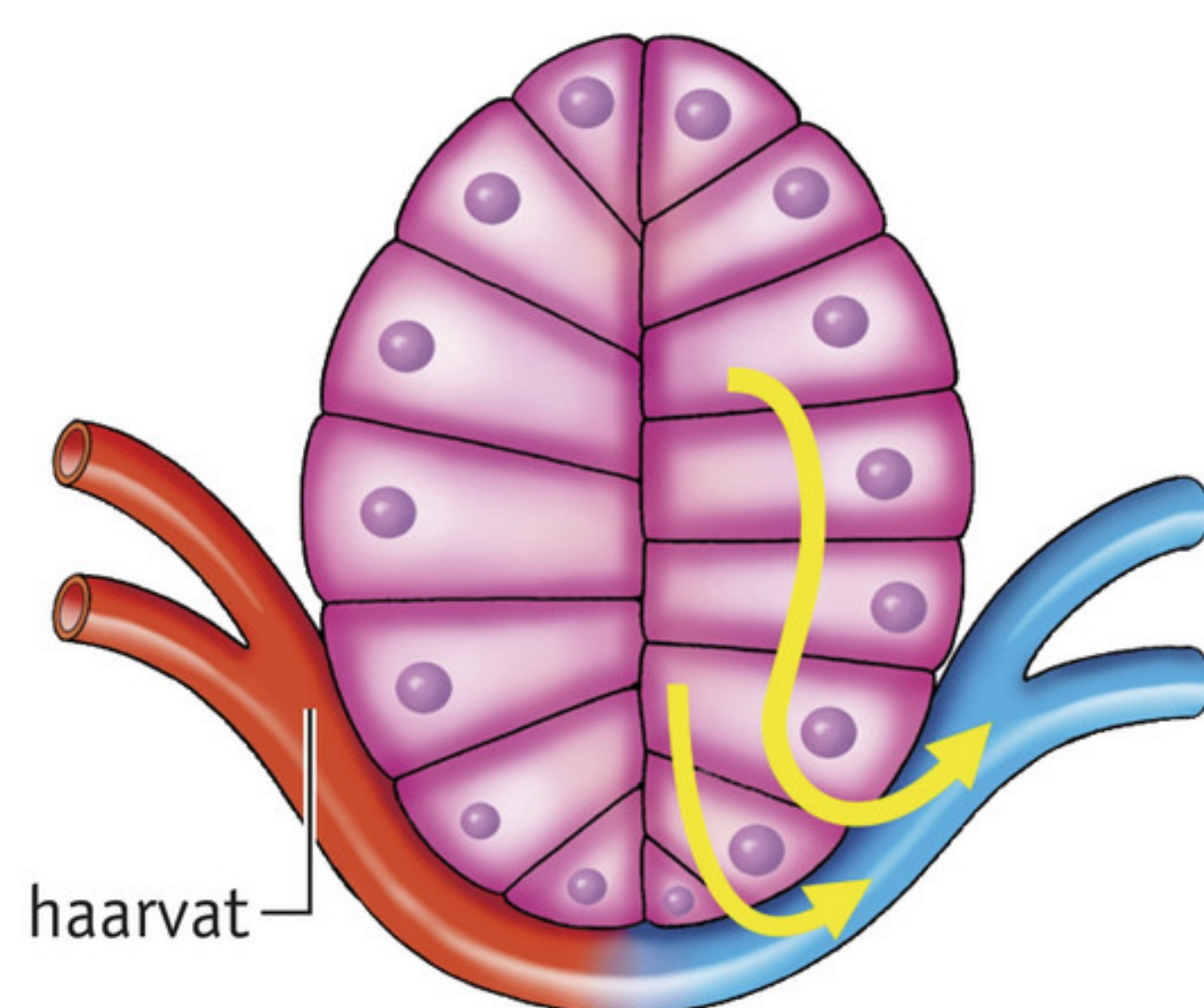
6

Het hormoonstelsel

▼ Afb. 23 Klieren (schematisch).



1 klier met afvoerbuis



2 hormoonklier

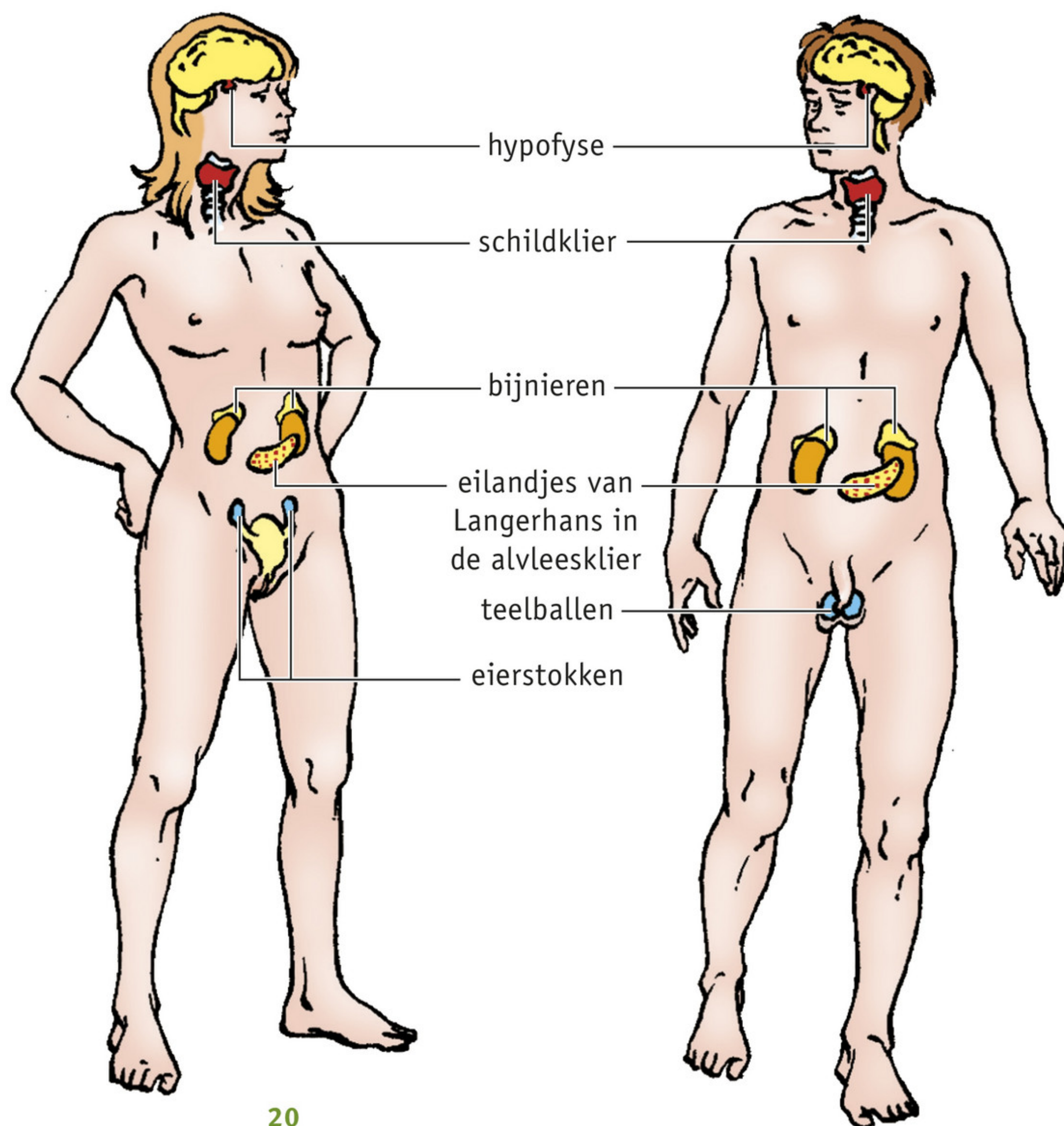
Als je verliefd bent, slaat je hoofd op hol en voel je vlinders in je buik. Je kunt nergens anders meer aan denken en krijgt geen hap meer door je keel. Het zijn onder andere hormonen die je dit gevoel van verliefdheid geven. Ook ongemerkt doen veel hormonen hun dagelijks werk.

Het hormoonstelsel bestaat uit een aantal **hormoonklieren**. Een klier bevat cellen die bepaalde stoffen produceren. Hormoonklieren produceren **hormonen**. Dit zijn stoffen die de werking van bepaalde organen regelen. Bij veel klieren worden de geproduceerde stoffen afgevoerd via afvoerbuizen (zie afbeelding 23.1). Voorbeelden van zulke klieren zijn speekselklieren, zweetklieren en traanklieren. Hormoonklieren hebben geen afvoerbuizen (zie afbeelding 23.2). Zij geven de hormonen af aan het bloed dat door de hormoonklieren stroomt. Via het bloed komen de hormonen in het hele lichaam terecht. Een hormoon is echter alleen werkzaam in weefsels en organen die voor dat hormoon gevoelig zijn.

Het hormoonstelsel regelt vooral langzame, langdurige processen. Hormonen zijn onder andere van invloed op de groei en ontwikkeling, op de stofwisseling en op de voortplanting. In afbeelding 24 is de ligging van enkele belangrijke hormoonklieren getekend.

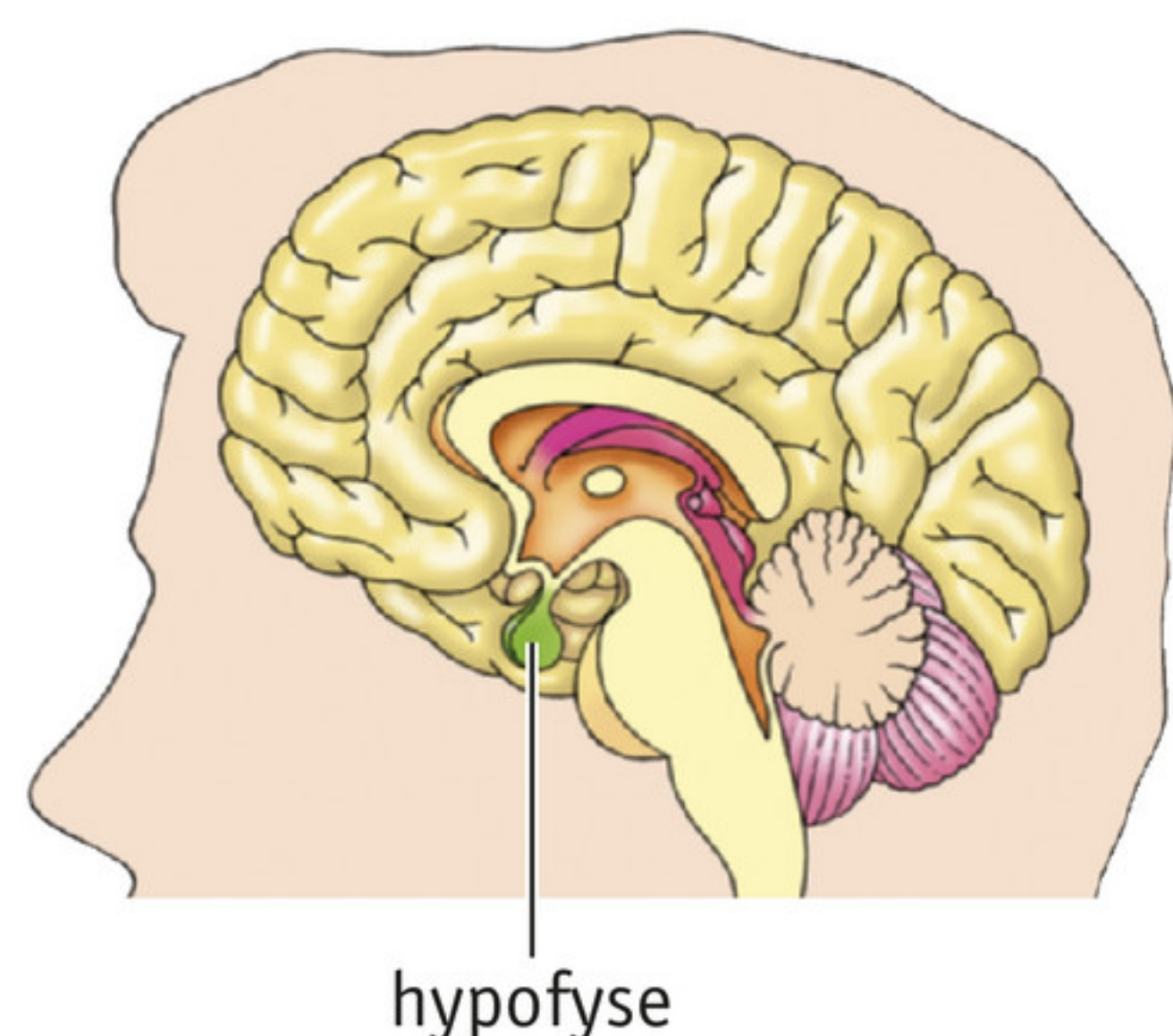
WB OPDRACHT 39 T/M 44 BLZ. 31

▼ Afb. 24 De ligging van enkele belangrijke hormoonklieren.



7 De hypofyse en de schildklier

▼ Afb. 25 De ligging van de hypofyse.



Je trekt je favoriete spijkerbroek aan en werpt een blik in de spiegel. Je broekspijpen zijn alweer te kort geworden! Het is duidelijk dat je nog niet klaar bent met groeien. Bij de groei en ontwikkeling spelen de hypofyse en de schildklier een belangrijke rol.

DE HYPOFYSE

De **hypofyse** ligt tegen de onderzijde van de hersenen, tussen de beide hersenhelften in (zie afbeelding 25). De hypofyse produceert verschillende hormonen. Een van die hormonen regelt de groei van de beenderen van het skelet. Hoeveel je van dit **groeihormoon** maakt, bepaalt hoe lang je kunt worden (zie afbeelding 26). In de puberteit zorgt een toename in de productie van groeihormoon voor een groeispurt. Als de hypofyse te veel van dit groeihormoon produceert, ontstaat reuzengroei. Produceert de hypofyse te weinig groeihormoon, dan ontstaat dwerggroei. Daarnaast produceert de hypofyse hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden (zie afbeelding 27).

▼ Afb. 26

Lang, langer, langst

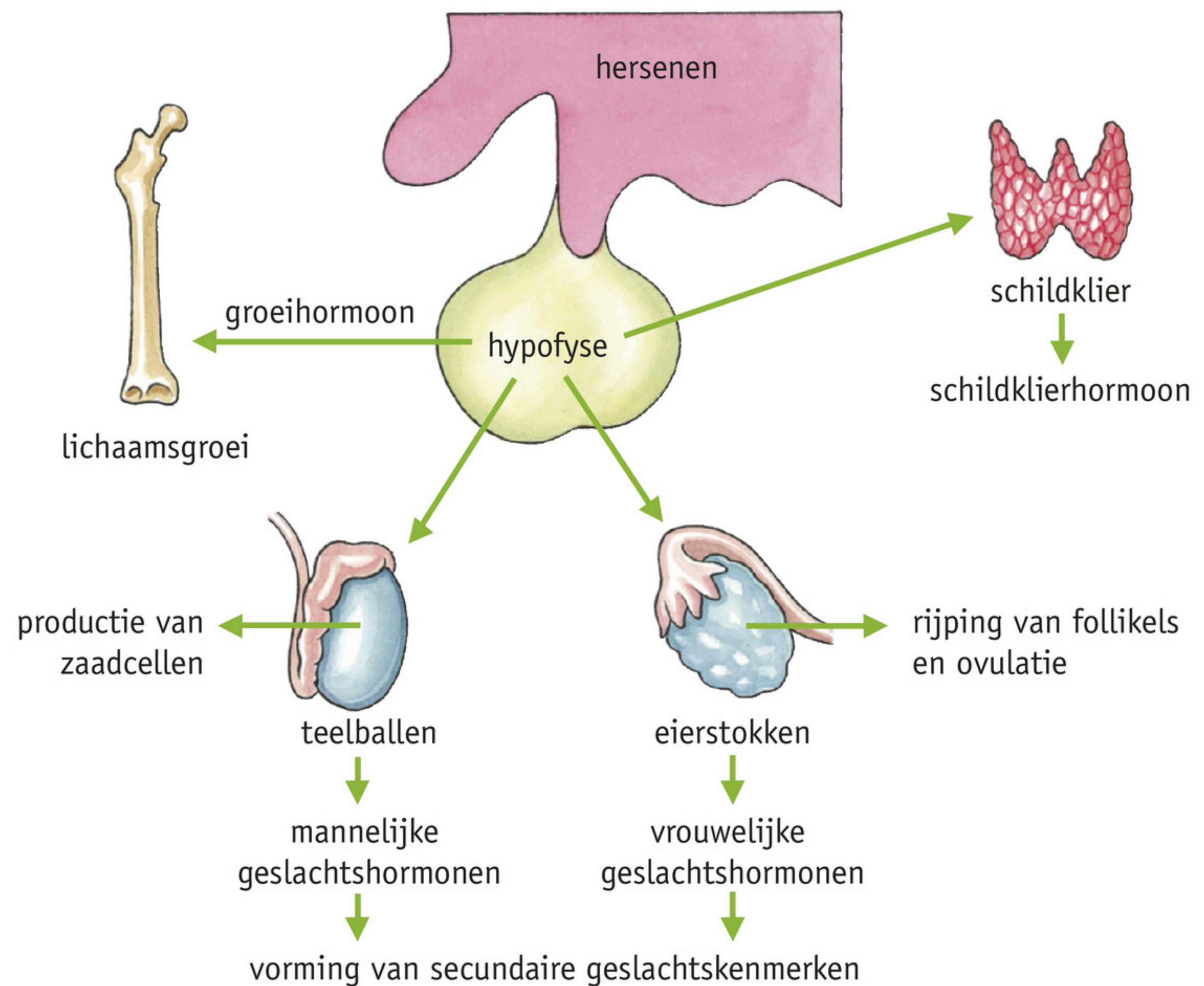
Nederlanders zijn het langste volk van Europa. Inmiddels zijn er in Nederland 800 000 mensen die officieel 'lang' kunnen worden genoemd. Dat zijn vrouwen van meer dan 1,80 meter en mannen van meer dan 1,90 meter. Lang zijn kan handig zijn. Je kunt overal bij en kijkt over iedereen uit. Maar het kan ook ongemakkelijk zijn. Bijvoorbeeld als je moet bukken voor elke deurpost, als je je benen niet kwijt kunt in het openbaar vervoer en als maar weinig kleding jou past.

Als je nog in de groei bent, kan je uiteindelijke lengte worden voorspeld. Als blijkt dat de voorspelde lengte boven een bepaalde norm ligt, kan de groei met een hormoonbehandeling worden onderdrukt. Ook kan een operatie aan de groeischijven van de benen worden uitgevoerd. Deze groeischijven bevinden zich in de beenderen net boven en onder de knie. In groeischijven vindt lengtegroei plaats.

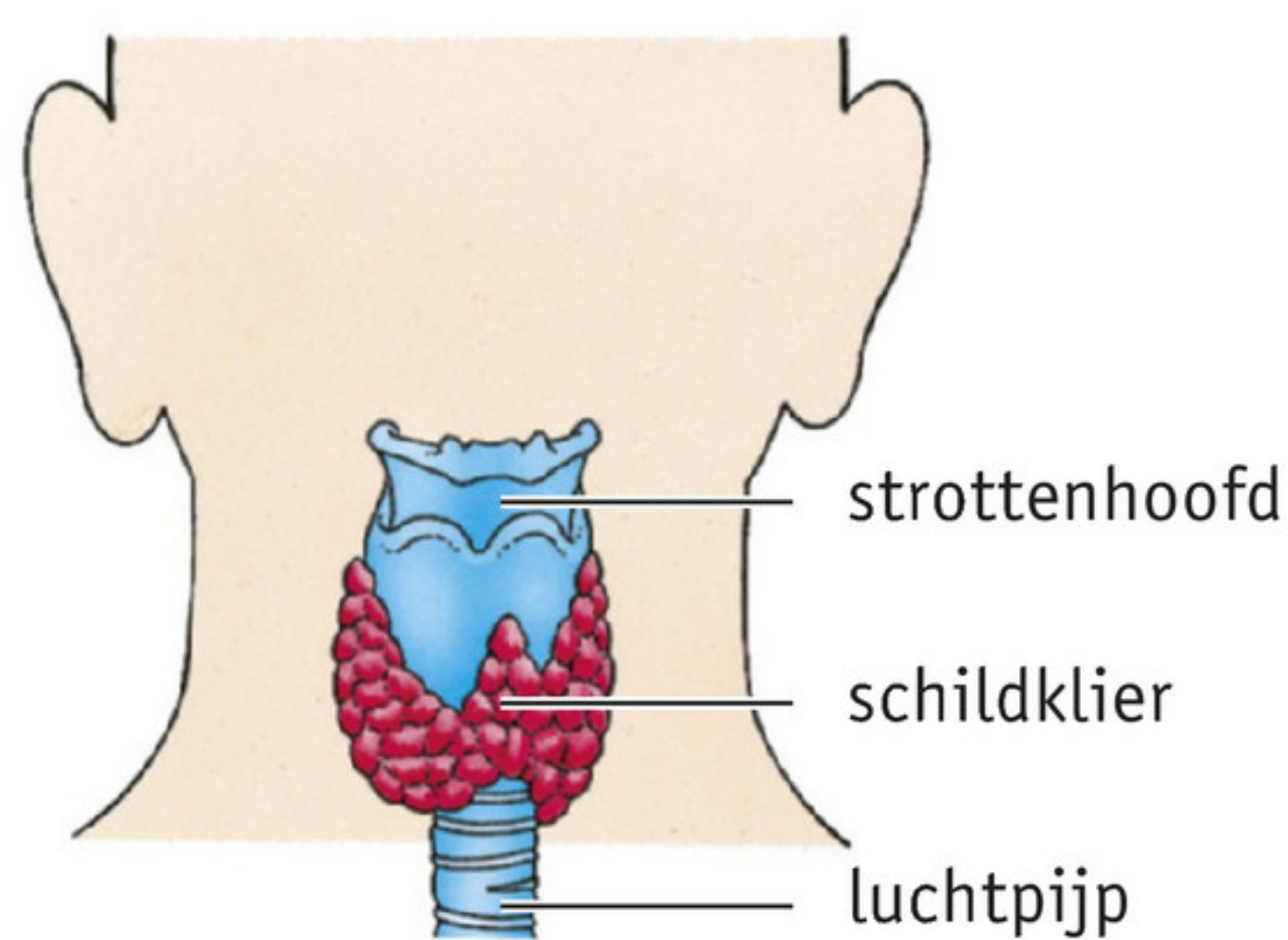


lange mensen hebben hier in het dagelijks leven ongemak van

► **Afb. 27** De werking van hormonen uit de hypofyse.



▼ **Afb. 28** De ligging van de schildklier.



▼ **Afb. 29** Een vergrote schildklier.



DE SCHILDKLIER

De **schildklier** ligt in de hals, voor het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan (zie afbeelding 28). Onder invloed van een hormoon uit de hypofyse produceert de schildklier **schildklierhormoon**. Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling en de groei en ontwikkeling. Het hormoon stimuleert de verbranding in cellen. Als bij iemand de schildklier te veel schildklierhormoon produceert, vindt er te veel verbranding in de cellen plaats. Zo iemand wordt rusteloos en vermagert sterk. Als bij iemand de schildklier te weinig schildklierhormoon produceert, vindt er te weinig verbranding in de cellen plaats. Zo iemand krijgt het daardoor gauw koud en wordt snel moe.

Bij een kind dat te weinig schildklierhormoon produceert, kunnen de lichamelijke en geestelijke ontwikkeling trager verlopen. Bij kinderen en volwassenen kan de schildklier zich sterk vergroten (zie afbeelding 29). Een vergrote schildklier kan te veel of te weinig schildklierhormoon produceren.

WB OPDRACHT 45 T/M 51 BLZ. 36

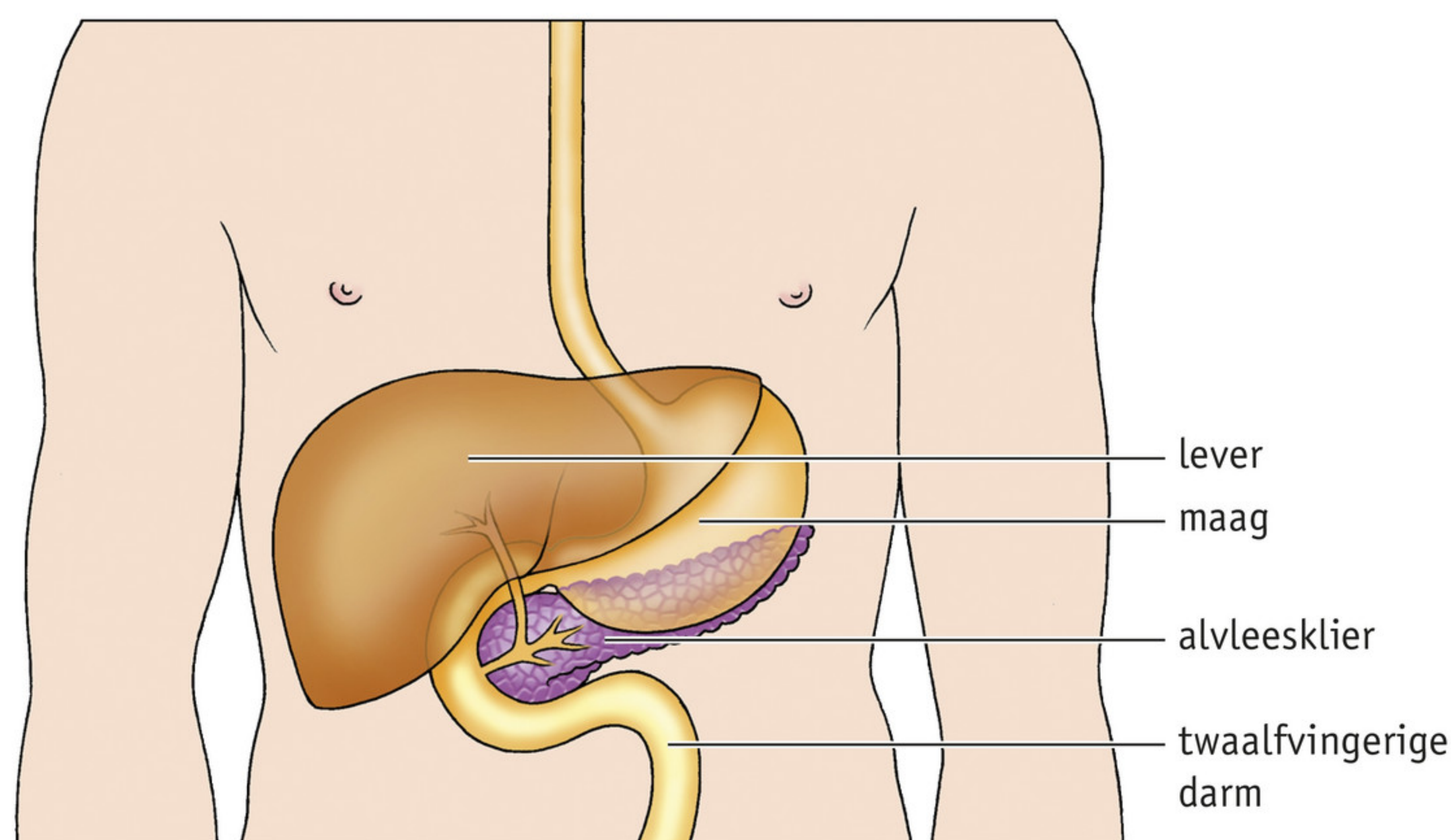
8 De eilandjes van Langerhans en de bijnieren

Dankzij de glucose in je ontbijt kun je je op school goed concentreren. Glucose is de belangrijkste brandstof in je lichaam. Zonder glucose krijgt je lichaam geen energie en werken je cellen niet meer. De hoeveelheid glucose in je bloed wordt door hormonen geregeld.

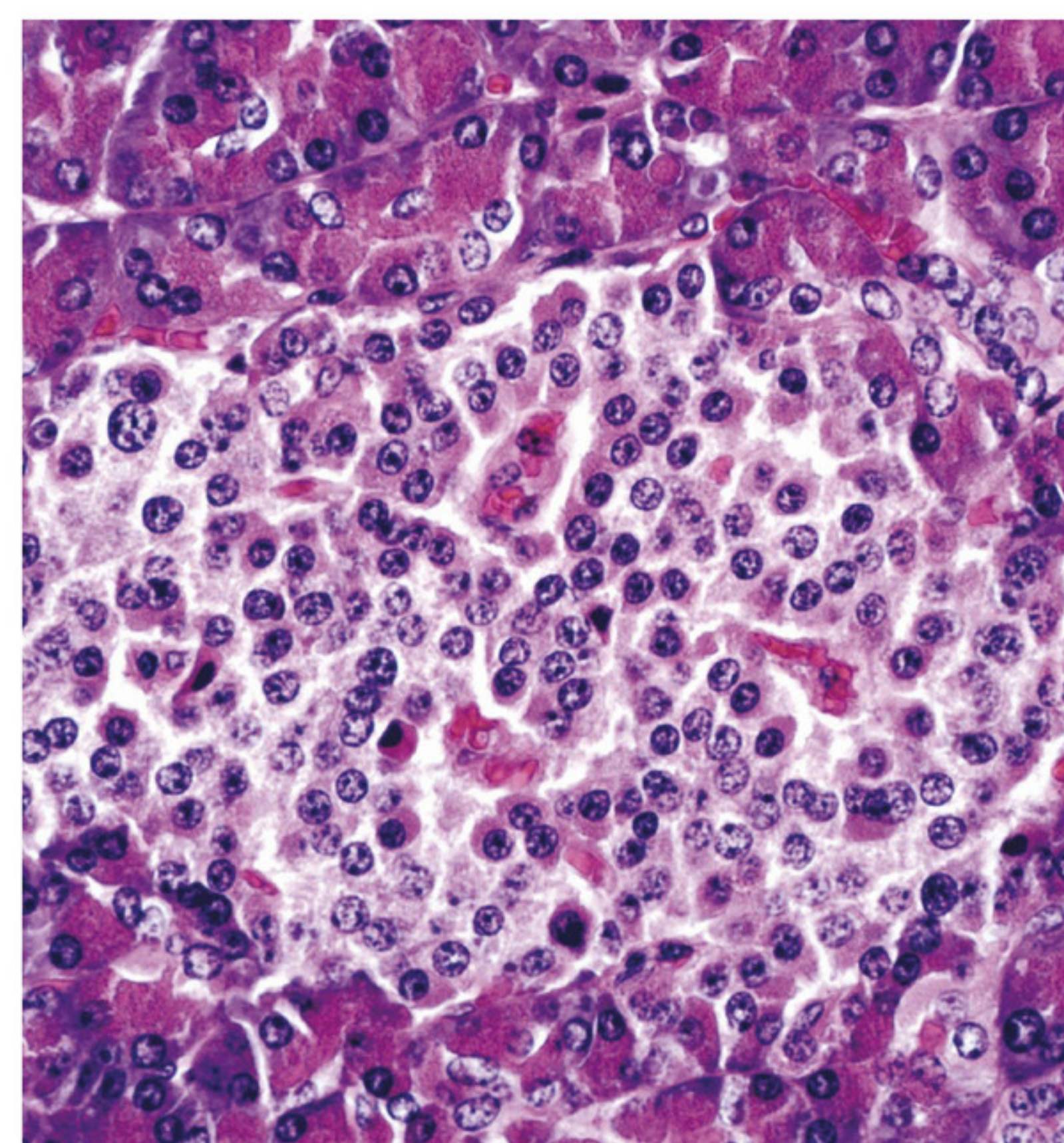
DE EILANDJES VAN LANGERHANS

De **eilandjes van Langerhans** zijn groepjes cellen die in de alvleesklier liggen (zie afbeelding 30). De alvleesklier is een verteringsklier. De eilandjes van Langerhans produceren de hormonen insuline en glucagon. Deze hormonen houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.

▼ **Afb. 30** Eilandjes van Langerhans.



1 ligging van de alvleesklier



2 een eilandje van Langerhans (microscopische foto)

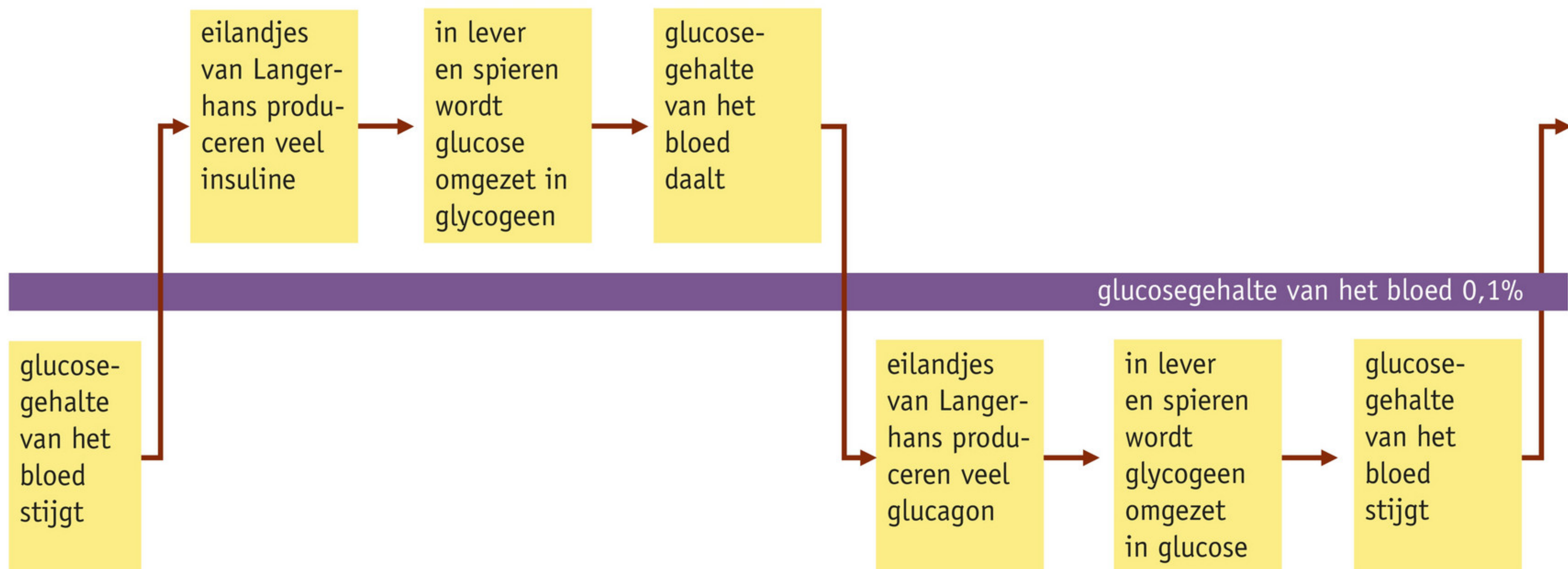
In je voedsel komen vrijwel altijd koolhydraten voor. Koolhydraten worden in je darmkanaal verteerd tot onder andere glucose. Glucose wordt door de wand van de dunne darm heen opgenomen in het bloed. Bloed bevat gemiddeld 0,1% glucose. Bij gezonde mensen wordt het glucosegehalte van het bloed min of meer constant gehouden.

Na een koolhydraatrijke maaltijd kan het glucosegehalte van het bloed hoger worden dan 0,1%. De eilandjes van Langerhans reageren daarop door veel insuline te produceren. Onder invloed van **insuline** wordt glucose opgenomen in de cellen van de lever en van spieren. Daar wordt de glucose omgezet in **glycogeen** en opgeslagen als reservestof. Door het omzetten van glucose in glycogeen daalt het glucosegehalte van het bloed.

Bij lichamelijke inspanning vindt in cellen veel verbranding plaats. De cellen halen dan glucose uit het bloed. Als het glucosegehalte van het bloed lager wordt dan 0,1%, reageren de eilandjes van Langerhans daarop door veel glucagon te produceren. Onder invloed van **glucagon** wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.

Insuline en glucagon hebben een tegengestelde werking aan elkaar. In afbeelding 31 is de regeling van het glucosegehalte van het bloed schematisch weergegeven.

▼ **Afb. 31** Regeling van het glucosegehalte van het bloed.



DIABETES

Bij mensen met **diabetes (suikerziekte)** produceren de eilandjes van Langerhans te weinig insuline en/of reageert het lichaam niet goed meer op insuline. Er wordt dan minder glucose omgezet in glycogeen, waardoor het glucosegehalte van het bloed stijgt. Het glucosegehalte van het bloed kan tot maximaal 0,16% oplopen. Stijgt het glucosegehalte tot boven de 0,16%, dan wordt er glucose met de urine uitgescheiden. Men zegt dan: 'Er zit suiker in de urine.'

Om het insulinetekort aan te vullen, kunnen mensen met diabetes extra insuline toegediend krijgen. Meestal leren diabetespatiënten bij zichzelf insuline in te spuiten of ze gebruiken een insulinepomp (zie afbeelding 32.1 en 32.2). De hoeveelheid insuline die wordt ingespoten en de hoeveelheid voedsel die de patiënt gebruikt, moeten goed op elkaar worden afgestemd. Dit kan een diabetespatiënt zelf checken met een bloedglucosemeter (zie afbeelding 32.3). Een diabetespatiënt kan verder een volledig normaal leven leiden (zie afbeelding 33).

▼ **Afb. 32** Insuline toedienen en glucose meten.



1 met een insulinepen kan een diabetespatiënt zelf insuline inspuiten



2 een insulinepomp geeft vrijwel continu kleine hoeveelheden insuline af



3 met een bloedglucosemeter kan een diabetespatiënt zelf zijn bloedsuikerspiegel meten

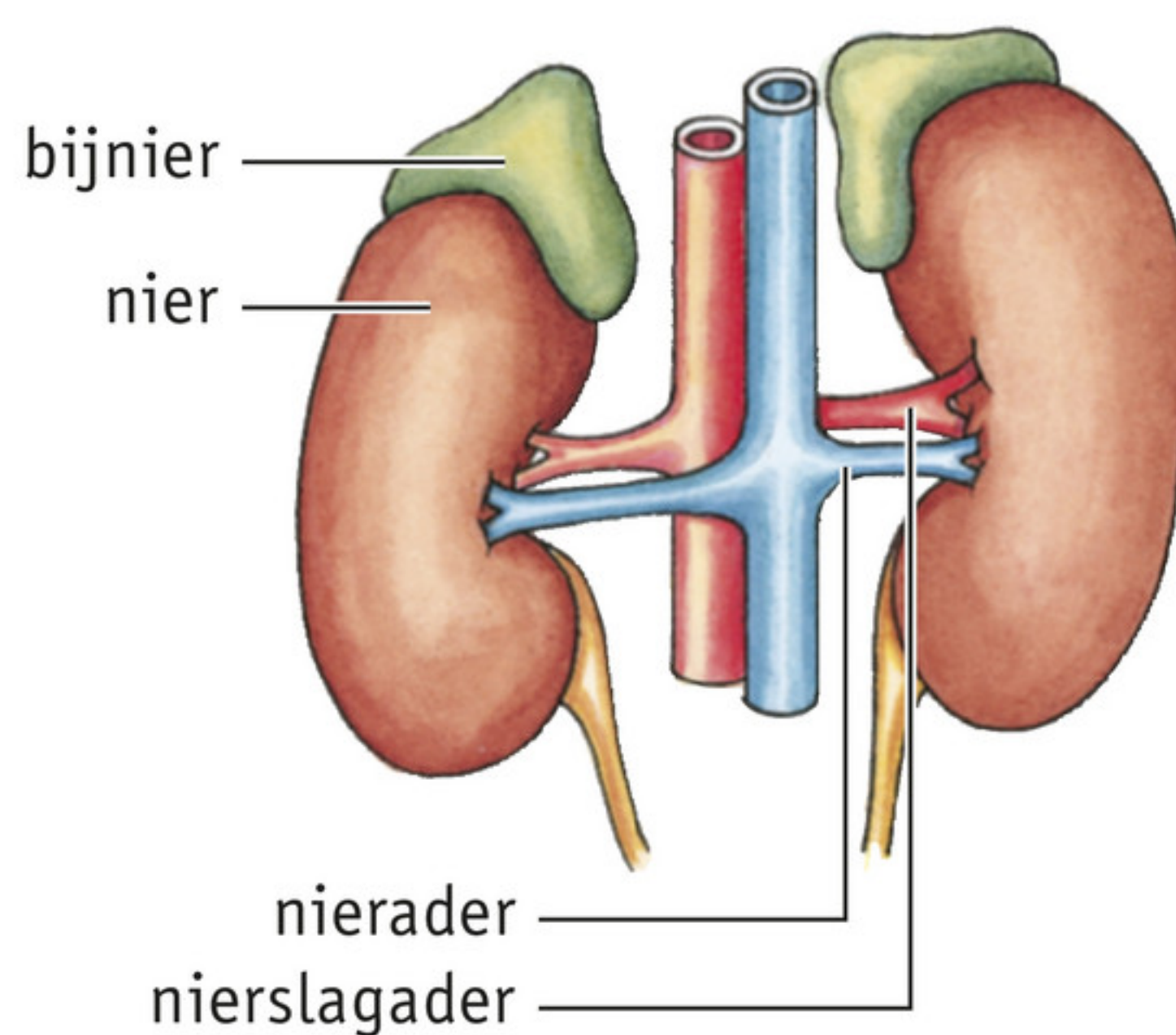
▼ Afb. 33

Leven met diabetes

Toen Meike 3 jaar was, kreeg ze plotseling diabetes. Meike heeft een minder voorkomende vorm van diabetes. Deze vorm komt vooral voor bij kinderen en jongeren en wordt niet veroorzaakt door overgewicht en weinig bewegen. Meike is nu 16 en ze geeft zichzelf tweemaal per dag een injectie met insuline. Meike kan een normaal leven leiden, net als andere jongeren. Zij let wel beter op wat ze eet en drinkt. Ze eet regelmatig en meer gespreid over de dag. Daarnaast doet Meike vrij fanatiek aan streetdance. Als je diabetes hebt, heb je meer kans op bepaalde andere ziekten. Door gezond te leven, kun je de kans op deze ziekten kleiner maken.



▼ Afb. 34 De ligging van de bijnieren.



Er bestaan verschillende vormen van diabetes. Een ongezonde leefstijl verhoogt de kans op de meest voorkomende vorm van diabetes. De laatste jaren neemt het aantal mensen met diabetes fors toe. In de verrijkingsstof kun je meer leren over diabetes.

DE BIJNIEREN

De **bijnieren** liggen als kapjes boven op de nieren (zie afbeelding 34). De bijnieren produceren het hormoon **adrenaline**. Wanneer je woedend of bang bent, of wanneer je ergens enorm van schrikt, geven de bijnieren adrenaline af aan het bloed. Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed. Verder gaat onder invloed van adrenaline het hart sneller slaan en versnelt de ademhaling. Adrenaline is het enige hormoon met een snelle, kortdurende werking. Adrenaline stelt het lichaam in staat in situaties van grote spanning snel te handelen (zie afbeelding 35).

WB OPDRACHT 52 T/M 60 BLZ. 39

► **Afb. 35** In situaties van grote spanning produceren de bijnieren veel adrenaline.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de delen en de functies van het zenuwstelsel noemen.

- Delen van het zenuwstelsel:
 - het centrale zenuwstelsel: grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg;
 - zenuwen.
- Functies van het zenuwstelsel:
 - Verwerken van impulsen (een soort elektrische signalen). Impulsen ontstaan in zintuigcellen onder invloed van prikkels (bijv. geuren).
 - De werking regelen van spieren en klieren.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt in een afbeelding van een zenuwcel de delen benoemen.

- Bouw van een zenuwcel:
 - cellichaam met celkern;
 - uitlopers die impulsen naar het cellichaam toe geleiden;
 - uitlopers die impulsen van het cellichaam af geleiden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Je kunt drie typen zenuwcellen noemen met hun functies en kenmerken.

- Gevoelszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van zintuigen naar het centrale zenuwstelsel.
 - De cellichamen liggen vlak bij het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt.
- Bewegingszenuwcellen.
 - Functie: impulsen geleiden van het centrale zenuwstelsel naar spieren of klieren.
 - De cellichamen liggen in het centrale zenuwstelsel.
 - Ze hebben één lange uitloper die impulsen van het cellichaam af geleidt.
- Schakelcellen.
 - Functie: impulsen geleiden binnen het centrale zenuwstelsel (o.a. van gevoelszenuwcellen naar bewegingszenuwcellen).
 - Ze liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel (in grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en ruggenmerg).

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Je kunt omschrijven wat een zenuw is en je kunt drie typen zenuwen noemen met hun kenmerken.

- Zenuw: een bundel uitlopers van zenuwcellen, omgeven door een laag bindweefsel (een stevige laag die zorgt voor bescherming).
 - Elke uitloper is omgeven door een isolerend laagje.
- Zenuwen verbinden het centrale zenuwstelsel met alle lichaamsdelen.
- Typen zenuwen:
 - Gevoelszenuwen bevatten alleen uitlopers van gevoelszenuwcellen.
 - Bewegingszenuwen bevatten alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen.
 - Gemengde zenuwen bevatten uitlopers van gevoelszenuwcellen en van bewegingszenuwcellen.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van het ruggenmerg noemen met hun functies en kenmerken.

- Functie van het ruggenmerg:
 - Impulsen geleiden van zenuwen uit de romp en de ledematen naar de hersenen en omgekeerd.
- Het buitenste gedeelte bestaat uit de witte stof.
 - De witte stof bevat uitlopers van schakelcellen die van en naar de hersenen lopen.
- Het binnenste gedeelte bestaat uit de grijze stof.
 - De grijze stof bevat cellichamen van schakelcellen en cellichamen van bewegingszenuwcellen.
- Aan de rugzijde komen gevoelszenuwen het ruggenmerg binnen.
 - De cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen in verdikkingen (zenuwknopen) vlak bij de rugzijde van het ruggenmerg.
- Aan de buikzijde verlaten bewegingszenuwen het ruggenmerg.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Je kunt de delen van de hersenen noemen met hun functies en kenmerken.

- Grote hersenen. Functies:
 - Impulsen die afkomstig zijn van zintuigen verwerken (bewuste gewaarwordingen) en gewilde bewegingen regelen (bewuste reacties).
 - In hersencentra liggen de cellichamen van schakelcellen in groepen bij elkaar.

- In gevoelscentra worden binnenkomende impulsen verwerkt (bijv. in het gehoorcentrum) en in bewegingscentra ontstaan impulsen voor gewilde bewegingen (bijv. in het spraakcentrum). De plaats waar impulsen aankomen en worden verwerkt, bepaalt van welke prikkel je je bewust wordt.
- Kleine hersenen. Functie:
 - bewegingen coördineren (o.a. het handhaven van het evenwicht).
- Hersenstam. Functies:
 - Impulsen geleiden van het ruggenmerg naar de grote en kleine hersenen en omgekeerd.
 - Impulsen geleiden van zenuwen in hoofd en hals naar de grote en de kleine hersenen en omgekeerd.
 - Belangrijke levensfuncties aansturen zoals hartslag, ademhaling, bloeddruk en temperatuur van het lichaam.

DOELSTELLING 7 **BASISSTOF 4**

Je kunt de risico's van overmatig gebruik van medicijnen, alcohol en drugs beschrijven.

- Medicijnen, alcohol, drugs en tabak beïnvloeden de werking van de hersenen.
 - Onder invloed van deze stoffen kan de overdracht van impulsen worden geremd of gestimuleerd.
 - Voor jongeren zijn de risico's van alcohol en drugs veel groter dan voor volwassenen.

DOELSTELLING 8 **BASISSTOF 5**

Je kunt de functies van reflexen noemen en je kunt een reflexboog beschrijven.

- Reflex: een vaste, snelle, onbewuste reactie op een bepaalde prikkel.
 - De snelheid is vaak nodig om het lichaam te beschermen tegen onverwachte beschadigingen (bijv. terugtrekreflex).
 - Reflexen hebben ook een functie bij het handhaven van bepaalde houdingen en bij bewegingen van het lichaam (bijv. strekreflex).
- Reflexboog: de weg die impulsen afleggen bij een reflex.
 - Onder invloed van prikkels ontstaan impulsen in zintuigcellen.
 - Gevoelszenuwcellen geleiden de impulsen naar schakelcellen in het ruggenmerg of in de hersenstam.
 - Schakelcellen geleiden de impulsen direct door naar bewegingszenuwcellen.
 - Bewegingszenuwcellen geleiden de impulsen

naar spiercellen of klieren waardoor spieren of klieren zich samentrekken.

- Het ruggenmerg geleidt impulsen in reflexbogen van romp en ledematen. De hersenstam geleidt impulsen in reflexbogen van hoofd en hals.

DOELSTELLING 9 **BASISSTOF 6**

Je kunt de bouw en functie van het hormoonstelsel beschrijven en je kunt in een afbeelding de belangrijkste hormoonklieren benoemen.

- Het hormoonstelsel bestaat uit hormoonklieren die hormonen produceren.
 - Hormoonklieren hebben geen afvoerbuï: de hormonen worden afgegeven aan het bloed.
 - Hormonen regelen de werking van de weefsels en organen die er gevoelig voor zijn.
 - Hormonen zijn o.a. van invloed op de groei en ontwikkeling, de stofwisseling en de voortplanting.
- Ligging van de belangrijkste hormoonklieren.
 - Hypofyse: tegen de onderkant van de hersenen aan, tussen de beide hersenhelften in.
 - Schildklier: in de hals, voor het strottenhoofd, tegen de luchtpijp aan.
 - Eilandjes van Langerhans: in de alvleesklier.
 - Bijnieren: als kapjes op de nieren.
 - Eierstokken: in de buikholte.
 - Teelballen: in de balzak.

DOELSTELLING 10 **BASISSTOF 7**

Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de hypofyse en uit de schildklier.

- De hypofyse produceert groeihormoon en hormonen die de werking van andere hormoonklieren beïnvloeden.
 - Groeihormoon stimuleert de groei van de beenderen van het skelet.
 - Een hormoon uit de hypofyse stimuleert de productie van schildklierhormoon door de schildklier.
 - Hormonen uit de hypofyse beïnvloeden de eierstokken en teelballen zodat geslachtshormonen en geslachtscellen worden geproduceerd.
- De schildklier produceert schildklierhormoon.
 - Schildklierhormoon beïnvloedt de stofwisseling. Het stimuleert de verbranding in cellen en de groei en ontwikkeling.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 8

Je kunt de werking beschrijven van hormonen uit de eilandjes van Langerhans en uit de bijnieren.

- De eilandjes van Langerhans produceren insuline en glucagon.
 - Insuline en glucagon houden het glucosegehalte van het bloed min of meer constant.
 - Bij een hoog glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel insuline. Onder invloed van insuline wordt glucose in de lever en in spieren opgenomen en omgezet in glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen.
 - Bij een laag glucosegehalte van het bloed produceren de eilandjes van Langerhans veel glucagon. Onder invloed van glucagon wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed.
 - Diabetes (suikerziekte): er wordt te weinig insuline gevormd en/of het lichaam reageert niet goed genoeg meer op insuline. Hierdoor wordt het glucosegehalte van het bloed te hoog. Er wordt dan glucose uitgescheiden met de urine.
- De bijnieren produceren adrenaline.
 - Adrenaline komt vrij bij woede, angst en schrik. Het heeft een snelle, kortdurende werking.
 - Onder invloed van adrenaline wordt glycogeen in de lever en in spieren omgezet in glucose. De glucose wordt opgenomen in het bloed. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed.
 - Onder invloed van adrenaline versnellen de hartslag en de ademhaling.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het doen van een practicum;
- het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een sportcoach en een dierenartsassistent.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Het zenuwstelsel bestaat uit het centrale zenuwstelsel en uit zenuwen.
- 2 Je gehoorzenuw behoort tot het centrale zenuwstelsel.
- 3 Het zenuwstelsel verwerkt impulsen die afkomstig zijn van zintuigen.
- 4 Het zenuwstelsel kan de werking van klieren regelen.

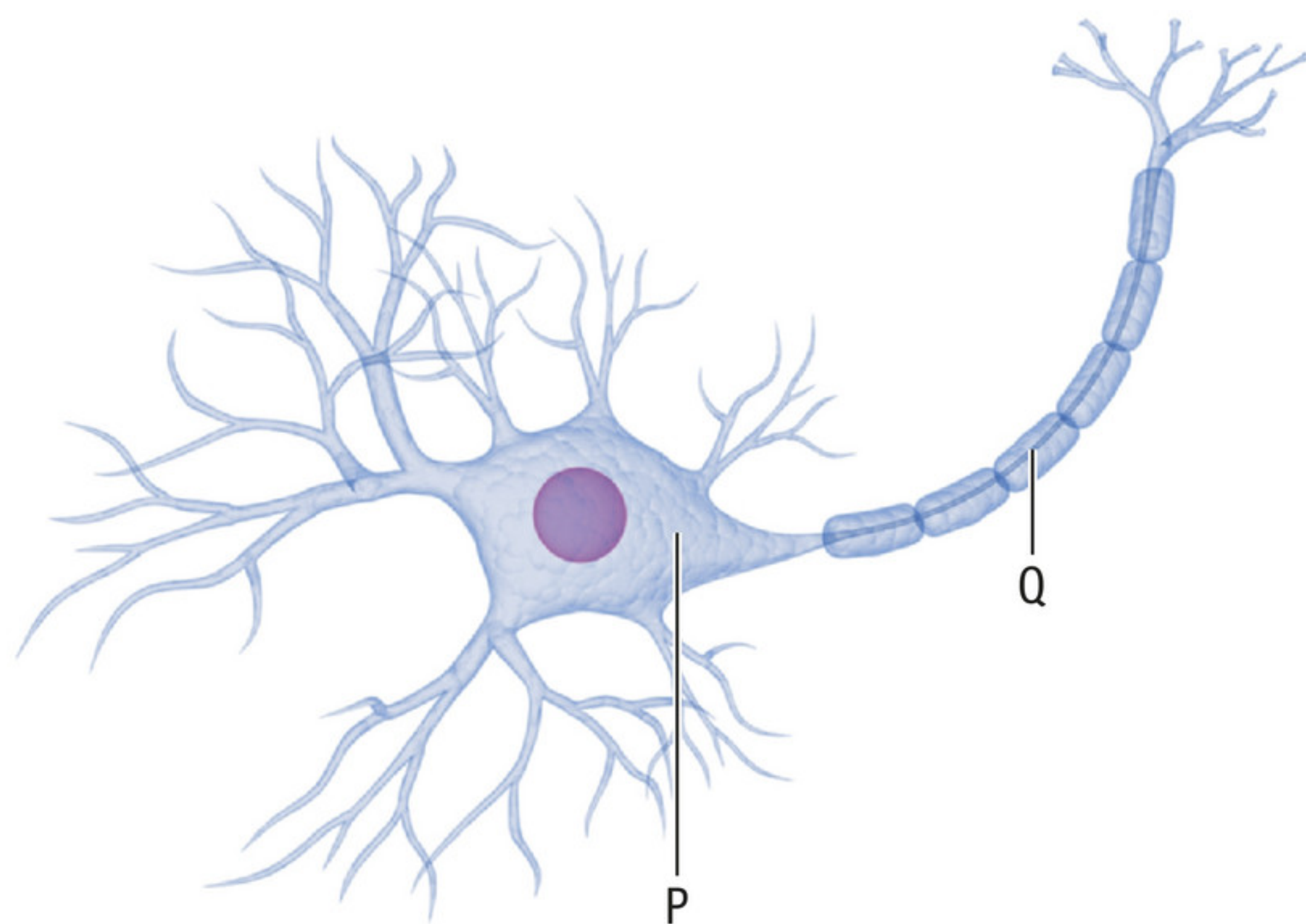
DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist. Gebruik daarbij afbeelding 36.

- 1 P geeft een uitloper aan.
- 2 Via deel Q kunnen impulsen worden geleid.

▼ **Afb. 36** Een zenuwcel (schematisch).



DOELSTELLING 3

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

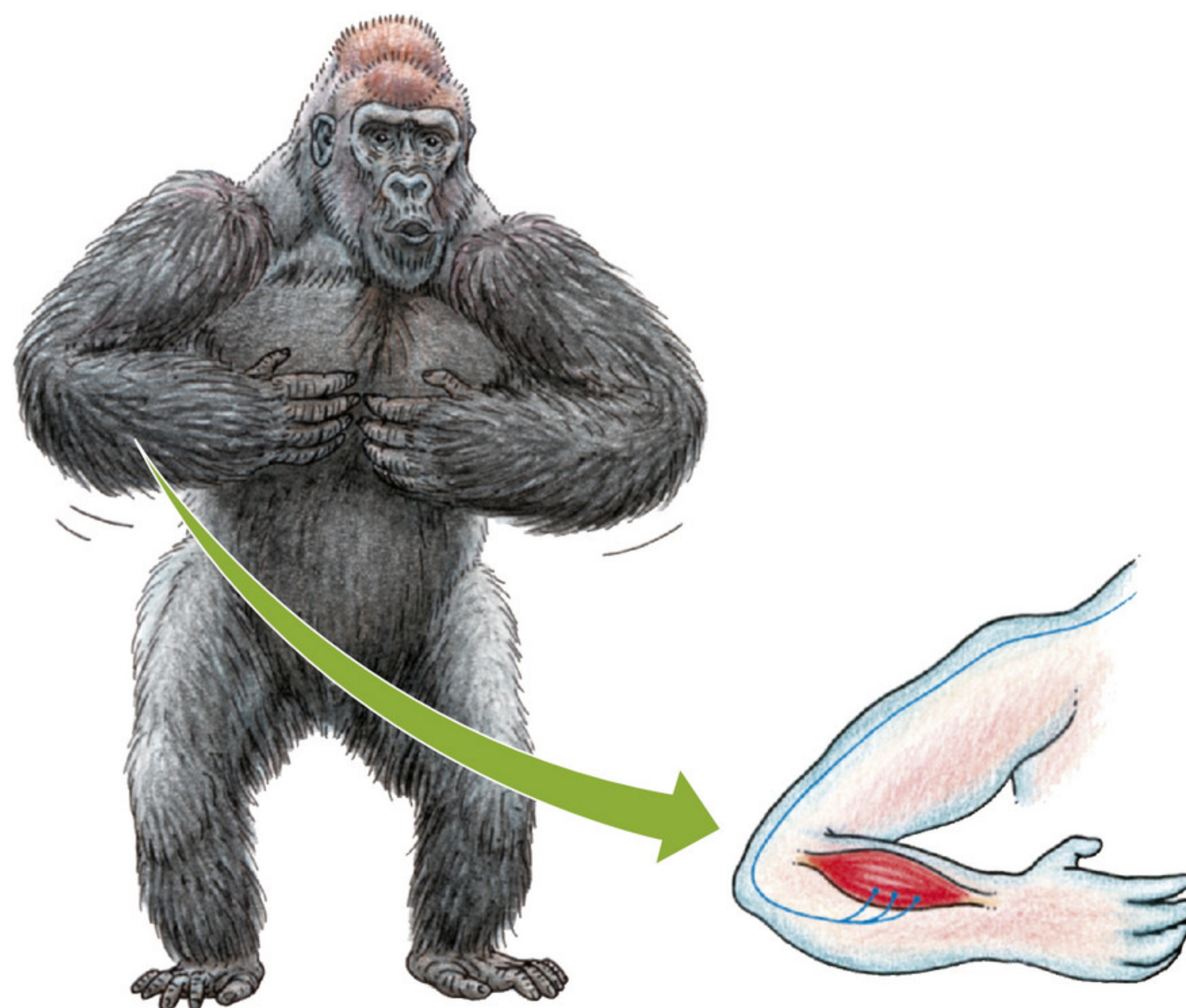
- 1 Welke zenuwcellen geleiden impulsen van het centrale zenuwstelsel naar je zweetklieren?
- 2 Van welke zenuwcellen liggen de cellichamen buiten het centrale zenuwstelsel?
- 3 Welke zenuwcellen liggen in hun geheel in het centrale zenuwstelsel?
- 4 Welke zenuwcellen hebben één lange uitloper die impulsen naar het cellichaam toe geleidt?
- 5 Welke zenuwcellen komen voor in het hoofd van een mens?

Gorilla's kunnen borststroffelen (zie afbeelding 37.1), bijvoorbeeld als ze boos worden.

Een gorillamannetje ligt te luieren, terwijl een gorillavrouwtje op zijn teen gaat staan. Het mannetje wordt boos en gaat borststroffelen. In afbeelding 37.2 is een spier getekend die betrokken is bij het borststroffelen, met een uitloper van een zenuwcel. Deze uitloper geleidt impulsen die de spiervezels doen samentrekken.

- 6 Van welk type zenuwcel is de uitloper in afbeelding 37.2 een deel?

▼ **Afb. 37** Borststroffelen door een gorilla.



1 borststroffelen

2 arm met spier en zenuwuiteinde

Lees de context 'Zakkenroller betraapt dankzij beltoon' (zie afbeelding 38).

Zodra de telefoon bij de vrouw wordt weggenomen, worden zintuigcellen in de huid van de vrouw geprikkeld. Deze zintuigcellen geven via bepaalde zenuwcellen impulsen door aan het ruggenmerg.

- 7 Via welk type zenuwcellen worden de impulsen naar het ruggenmerg geleid?

Even later bereiken impulsen via het ruggenmerg haar hersenen, waarna ze besluit haar gestolen telefoon te bellen.

- 8 Via welk type zenuwcellen worden de impulsen van het ruggenmerg naar haar hersenen geleid?

▼ Afb. 38

Zakkenroller betrapt dankzij beltoon

Een 22-jarige vrouw uit Almere heeft een zakkenroller betrapt dankzij haar tweede telefoon. De vrouw zat op een bankje toen ze voelde dat er iets uit haar broekzak gleed. Terwijl ze zich omdraaide, zag ze een man weglopen en realiseerde ze zich dat haar telefoon weg was.

Met haar tweede telefoon belde ze direct het nummer van haar zojuist gestolen telefoon, waarop bij de verdachte een luide beltoon was te horen. Passerende agenten konden de man inrekenen en namen hem mee naar het bureau.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

1 Twee leerlingen doen een uitspraak.

Anna zegt dat alleen in een gemengde zenuw de uitlopers omgeven zijn door een isolerend laagje. Emina zegt dat bewegingszenuwen alleen uitlopers van bewegingszenuwcellen bevatten. Wie heeft (hebben) gelijk?

- A** Alleen Anna heeft gelijk.
- B** Alleen Emina heeft gelijk.
- C** Anna en Emina hebben allebei gelijk.
- D** Anna en Emina hebben geen van beiden gelijk.

Aan de binnenkant van de hand bevindt zich de carpale tunnel (zie afbeelding 39). Deze 'tunnel' bestaat uit een band waarbinnen zich pezen bevinden. Deze pezen verbinden de vingers met spieren in de onderarm. Door overbelasting, bijvoorbeeld door het vaak bedienen van een computermuis, kunnen deze pezen geïrriteerd raken en opzwellen. Hierdoor raakt de zenuw bekneeld die zich onder de pezen bevindt. Dit veroorzaakt tintelingen en pijn in de hand. De zenuw in de carpale tunnel is een gemengde zenuw.

2 Geleidt deze zenuw impulsen naar de vingers toe? En geleidt deze zenuw impulsen vanuit de vingers in de richting van de pols?

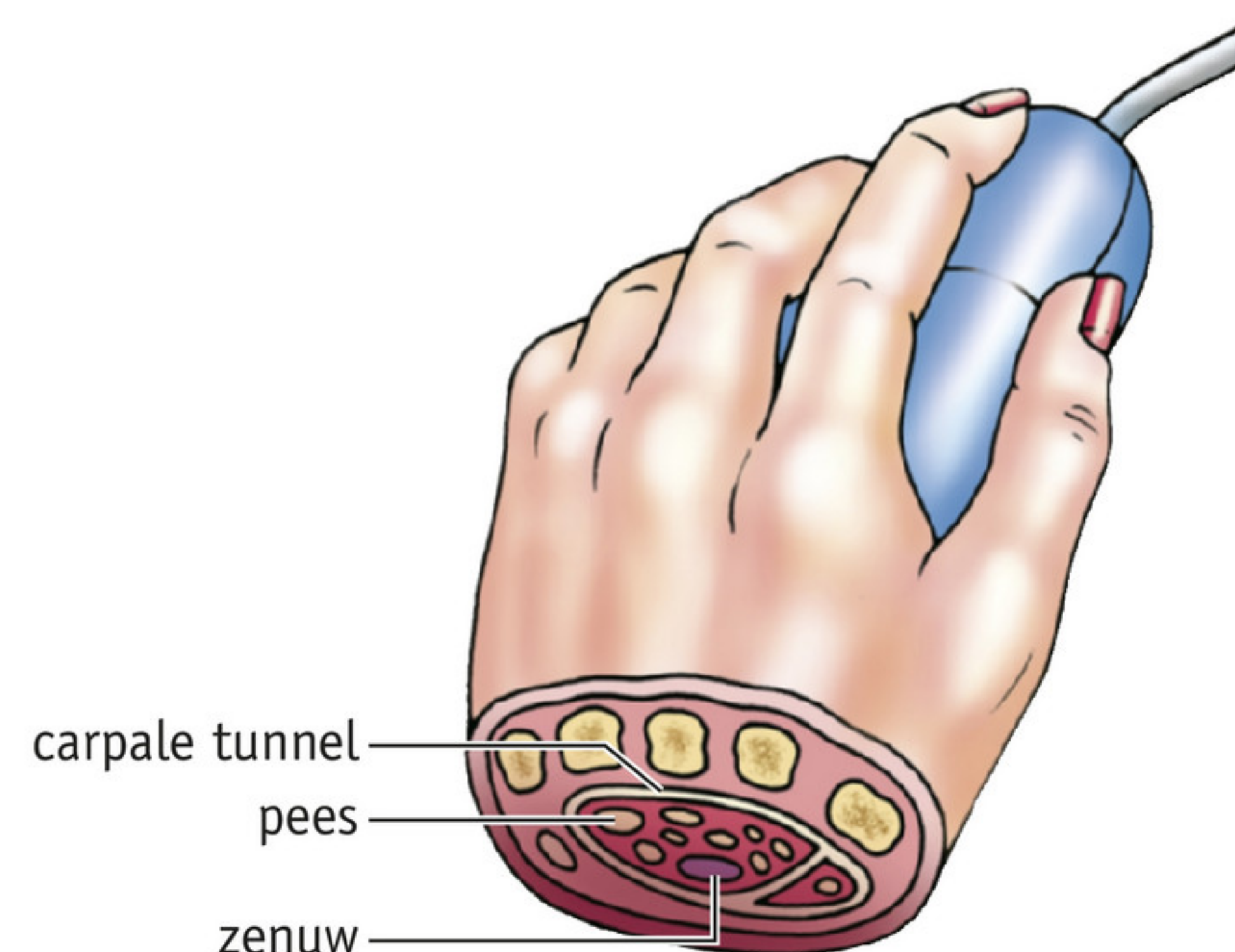
	<i>Impulsen naar de vingers toe</i>	<i>Impulsen vanuit de vingers</i>
--	-------------------------------------	-----------------------------------

- | | | |
|----------|-----|-----|
| A | ja | ja |
| B | ja | nee |
| C | nee | ja |
| D | nee | nee |

3 Met welk deel van het centrale zenuwstelsel is deze zenuw rechtstreeks verbonden?

- A** Met de grote hersenen.
- B** Met de hersenstam.
- C** Met de kleine hersenen.
- D** Met het ruggenmerg.

▼ Afb. 39 Carpale tunnel.



DOELSTELLING 5

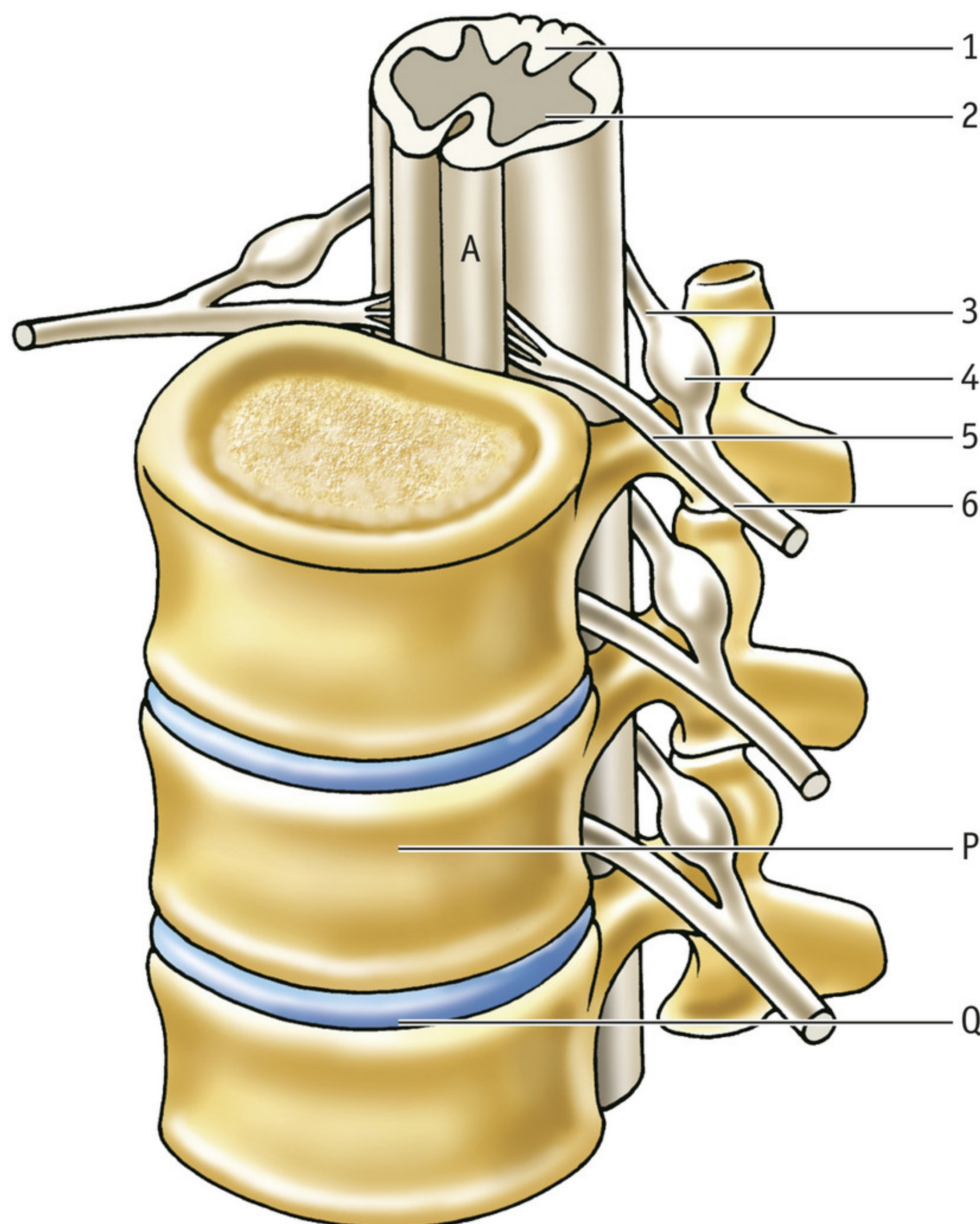
BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 40 zijn enkele borstwervels en een deel van het ruggenmerg met zenuwen schematisch getekend. Enkele delen zijn genummerd.

- 1 Met welke letter is beenweefsel aangegeven?
- 2 Geeft A de buikzijde of de rugzijde aan?
- 3 Welk nummer geeft de witte stof aan van het ruggenmerg?
- 4 Van welke twee typen zenuwcellen bevinden zich uitlopers in deel 6?
- 5 Gaat deel 6 naar de linkerkant van het lichaam of naar de rechterkant?
- 6 Met welk nummer is de plaats aangegeven waar cellichamen van gevoelszenuwcellen liggen?
- 7 Met welk nummer is een bewegingszenuw aangegeven?
- 8 Een uitloper van een schakelcel in de grote hersenen gaat naar het ruggenmerg beneden het getekende deel.
Door welk van de genummerde delen kan deze uitloper gaan?

▼ **Afb. 40** Borstwervels en deel van het ruggenmerg.



DOELSTELLING 6

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Delen van de hersenen zijn:
 - 1 bewegingscentra in de hersenschors;
 - 2 gevoelscentra in de hersenschors;
 - 3 hersenstam;
 - 4 kleine hersenen.

Welke van deze delen zijn betrokken bij het typen van een e-mail op de computer?

- A Alleen de delen 1 en 2.
- B Alleen de delen 2 en 3.
- C Alleen de delen 1, 3 en 4.
- D De delen 1, 2, 3 en 4.

In het verslag van een voetbalwedstrijd is te lezen hoe Van Persie met een prachtige zweefduik een doelpunt scoort. In een fractie van een seconde bepaalt hij de positie van de bal en zijn tegenstanders en kopt onmiddellijk. De bal komt precies op de bedoelde plaats terecht: tussen de doelpalen, langs de keeper en in het net.

- 2 In welk deel van het zenuwstelsel vinden de processen plaats waardoor Van Persie zijn tegenstanders herkent?

- A In de grijze stof van de grote hersenen.
- B In de witte stof van de grote hersenen.
- C In de grijze stof van de kleine hersenen.
- D In de witte stof van de kleine hersenen.

- 3 De bal komt in de goal terecht, zoals Van Persie bedoelde. Dat betekent dat het samentrekken en ontspannen van allerlei spieren van Van Persie op het juiste moment en in de juiste volgorde plaatsvonden.

Welk deel van het zenuwstelsel zorgt ervoor dat deze spieren zo nauwkeurig kunnen samenwerken?

- A De grote hersenen.
- B De hersenstam.
- C De kleine hersenen.
- D Het ruggenmerg.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
Lees de context 'Zeventienjarige breekt naakt in' (zie afbeelding 41).

- 1 Blijkt uit deze context dat alcohol invloed kan hebben op de grote hersenen? En op de kleine hersenen?
 - A Alleen op de grote hersenen.
 - B Alleen op de kleine hersenen.
 - C Niet op de grote hersenen en ook niet op de kleine hersenen.
 - D Zowel op de grote hersenen als op de kleine hersenen.

▼ Afb. 41

Zeventienjarige breekt naakt in

De politie is donderdagochtend gewaarschuwd door een inwoner van Strijen. De man was wakker geworden van het gerommel van een inbreker in zijn huis. Toen de agenten poolshoogte kwamen nemen, troffen zij onder een stapeltje jassen een naakte, slapende 17-jarige jongen aan. De jeugdige inbreker was na een avondje stappen dronken naar huis gegaan, aldus een woordvoerder van de politie.

Tijdens zijn wandeling naar huis was hij in een sloot gevallen en had hij zijn natte kleren uitgetrokken. Daarna is hij al waggelend naar huis gelopen. Daar aangekomen merkte de jongen dat hij geen sleutel bij zich had. In de veronderstelling dat het zijn eigen woning was, heeft hij een ruitje ingeslagen. De jongen mocht op het politiebureau ontnuchteren.

- 2 In welk deel of welke delen van het centrale zenuwstelsel bevond zich alcohol toen de jongen waggelend naar huis liep?
 - A In de grote hersenen.
 - B In de hersenstam.
 - C In de kleine hersenen.
 - D In het ruggenmerg.

- 3 Alcohol heeft invloed op de werking van de hersenen.
Had de alcohol bij de jongen een activerende, een remmende of nog geen werking?
 - A Een activerende werking.
 - B Een remmende werking.
 - C Nog geen werking.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 5

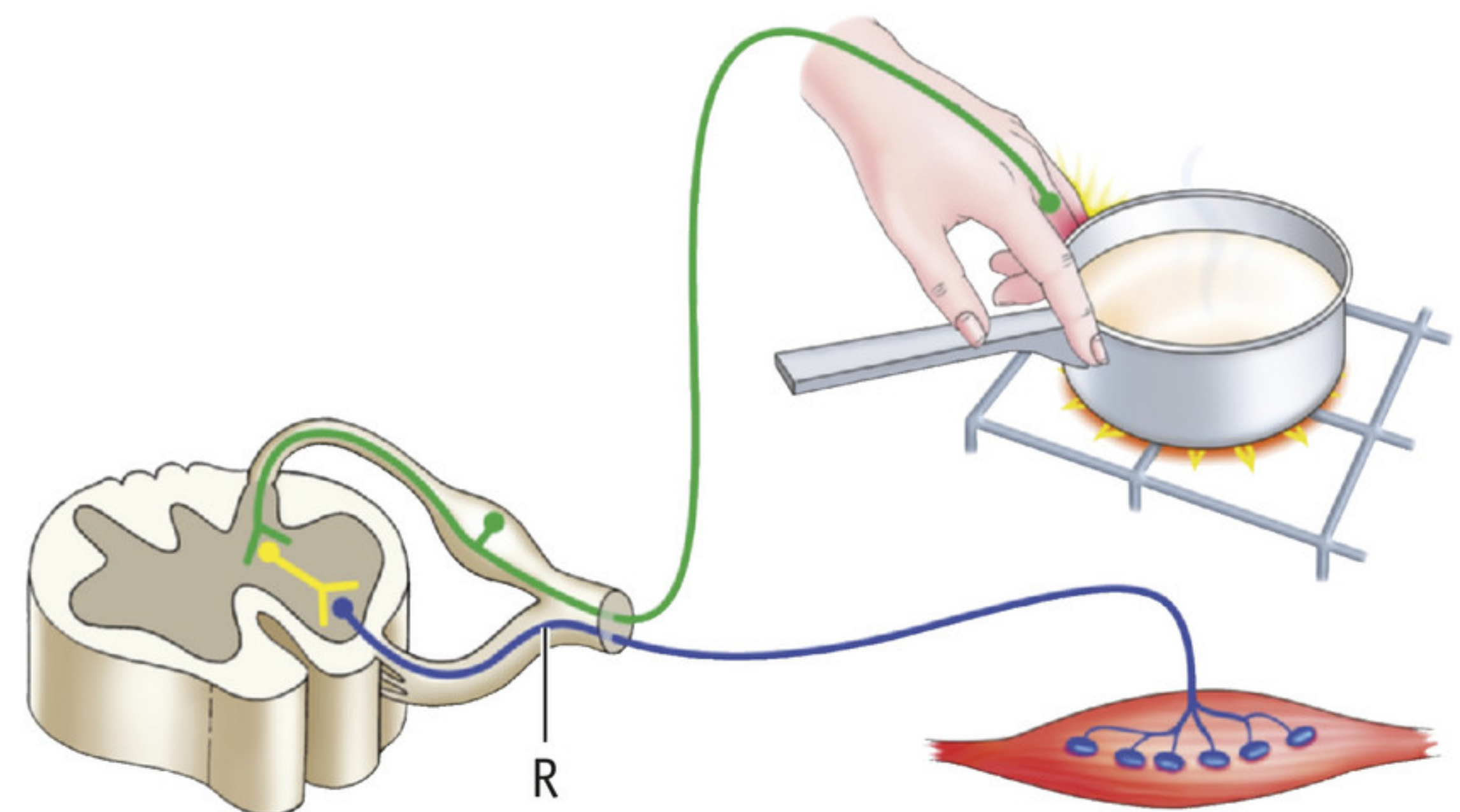
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Iemand brandt zich aan een hete pan en trekt in een reflex zijn hand terug. In afbeelding 42 is de reflexboog schematisch getekend. R geeft een bepaald type zenuwcellen aan.
Kan deze terugtrekreflex nog optreden als in de reflexboog de zenuwcellen van dit type zijn uitgeschakeld? En als in de grote hersenen de bewegingscentra zijn uitgeschakeld?

<i>Bij uitgeschakelde zenuwcellen</i>	<i>Bij uitgeschakelde bewegingscentra</i>
---------------------------------------	---

- | | |
|-------|-----|
| A ja | ja |
| B ja | nee |
| C nee | ja |
| D nee | nee |

▼ Afb. 42 Reflexboog.



- 2 Hier staan drie bewegingen die je met je been kunt maken:
- 1 je been snel optrekken als een spijker door je schoenzool heen in je voet komt;
 - 2 je been optillen om de veter van je schoen vaster aan te trekken;
 - 3 terwijl je rechtop staat je been verplaatsen omdat je je evenwicht dreigt te verliezen.
- Welke van deze bewegingen van je been worden veroorzaakt door een reflex?

- A Alleen de bewegingen 1 en 2.
 B Alleen de bewegingen 1 en 3.
 C Alleen de bewegingen 2 en 3.
 D De bewegingen 1, 2 en 3.

- 3 Bij pasgeboren baby's zijn reflexen aanwezig. Wanneer een baby een voorwerp in zijn of haar handje voelt, zal het dit voorwerp meteen proberen vast te grijpen. Dit verschijnsel wordt de *grijpreflex* genoemd (zie afbeelding 43).

Wanneer een baby een voorwerp in zijn of haar mond voelt, zal het proberen op dit voorwerp te gaan zuigen. Dit verschijnsel wordt de *zuigreflex* genoemd.

Speelt de hersenstam een rol bij reflexboog van de grijpreflex? En bij de reflexboog van de zuigreflex?

Reflexboog
van de grijpreflex

Reflexboog
van de zuigreflex

- | | |
|-------|-----|
| A ja | ja |
| B ja | nee |
| C nee | ja |
| D nee | nee |

▼ **Afb. 43** Grijpreflex.



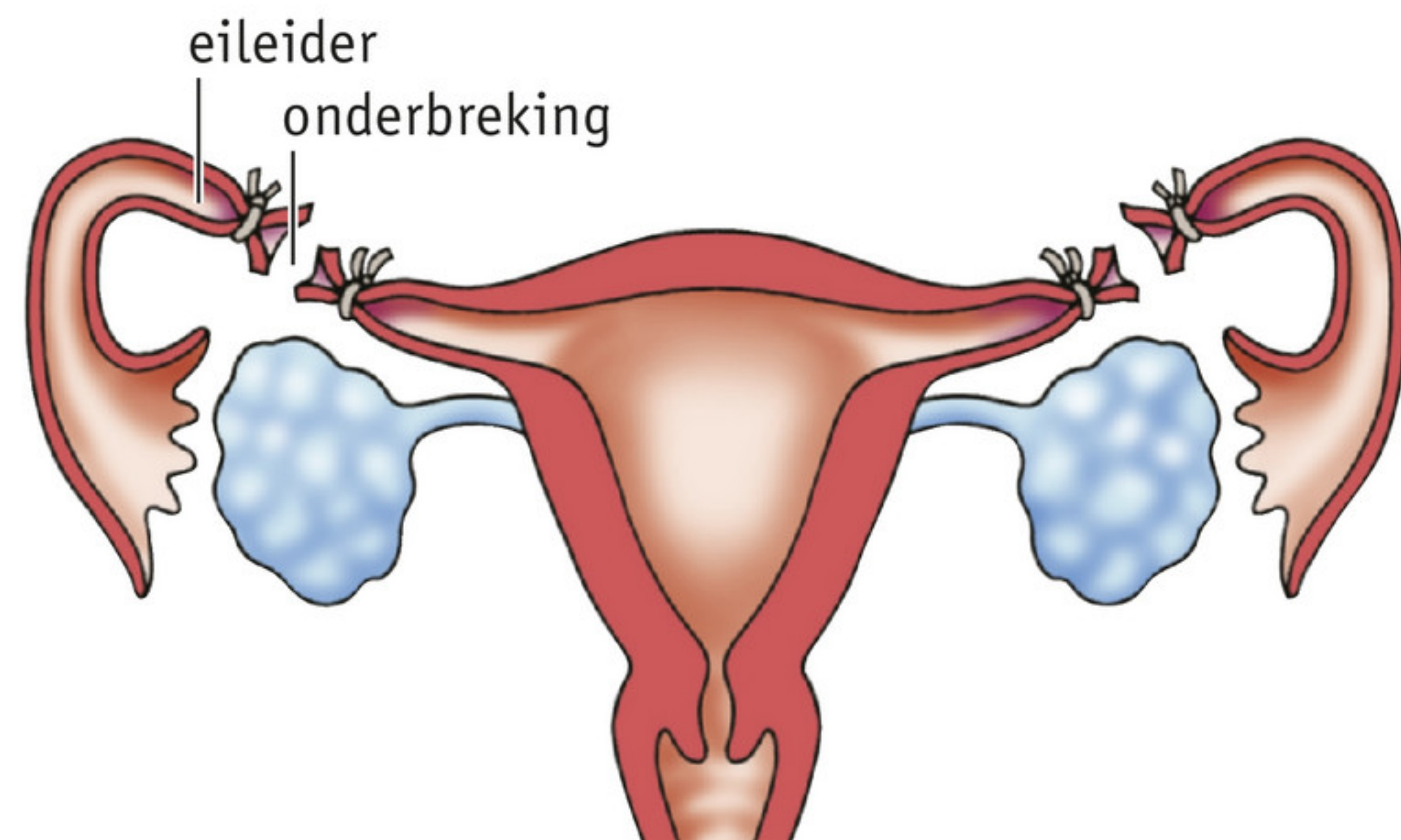
DOELSTELLING 9

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Je hebt geleerd dat in de eierstokken vrouwelijke geslachtshormonen worden geproduceerd. Bij sterilisatie worden bij een vrouw de eileiders onderbroken (zie afbeelding 44). Verandert hierdoor het gehalte aan vrouwelijke geslachtshormonen in het bloed? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 44** Onderbroken eileider.

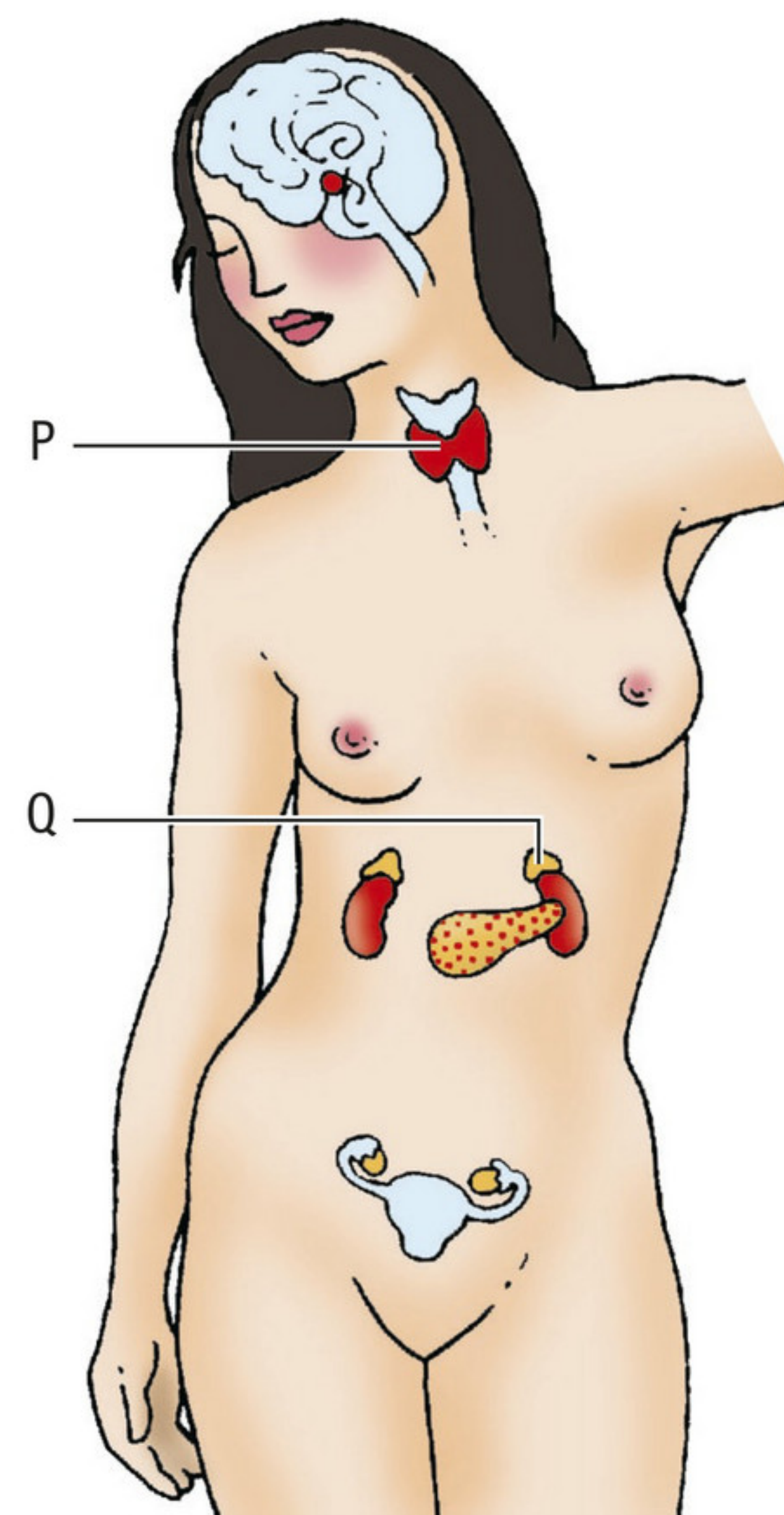


- 2 Hoe komt het dat hormonen alleen de werking van bepaalde organen beïnvloeden?
- 3 Bij welk orgaan ligt de hypofyse?

In afbeelding 45 is de ligging van enkele belangrijke hormoonklieren bij een vrouw getekend.

- 4 Hoe heet de hormoonklier die is aangegeven met P?
- 5 Hoe heet de hormoonklier die is aangegeven met Q?

▼ **Afb. 45** Hormoonklieren bij een vrouw.



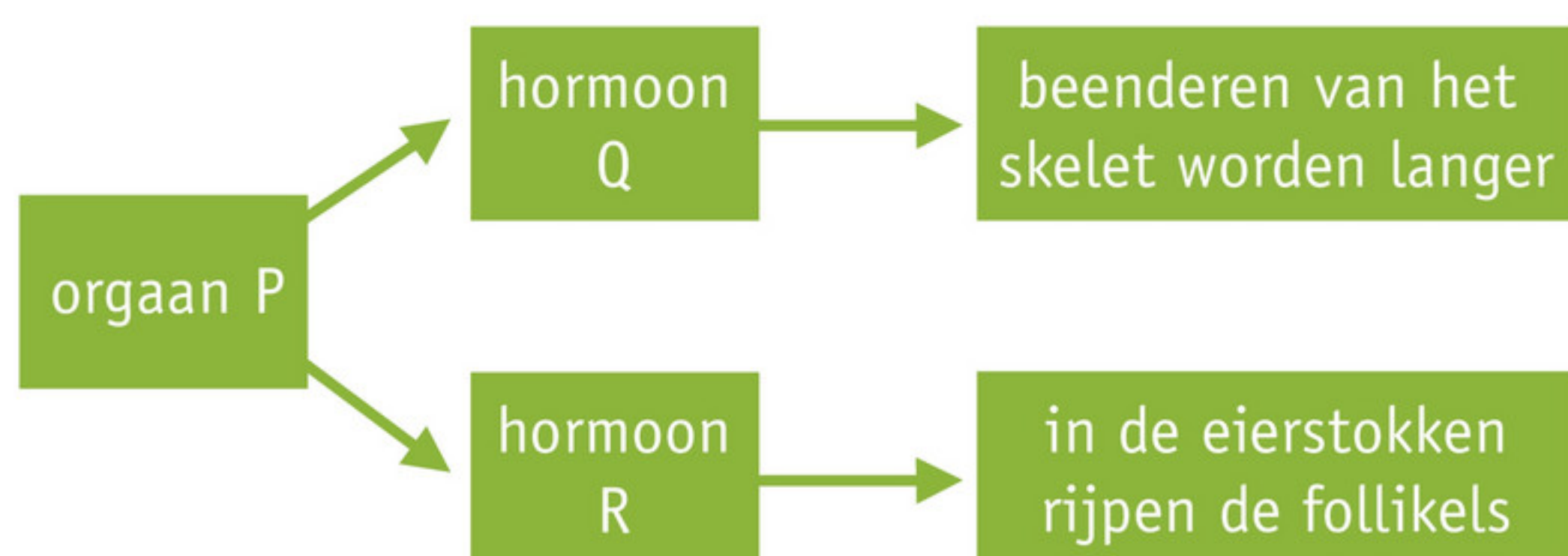
DOELSTELLING 10

BASISSTOF 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij kinderen met afwijkingen in de productie van hormonen kunnen in vergelijking met kinderen zonder deze afwijkingen onder andere de volgende verschijnselen optreden:
 - 1 achterstand in groei en ontwikkeling;
 - 2 snelle vermoeidheid;
 - 3 verminderde verbranding in cellen.
 Welk van deze verschijnselen kan (kunnen) worden veroorzaakt door een verlaagde productie van het schildklierhormoon?
 - A Alleen verschijnsel 3.
 - B Alleen de verschijnselen 1 en 2.
 - C Alleen de verschijnselen 2 en 3.
 - D De verschijnselen 1, 2 en 3.
- 2 In afbeelding 46 is schematisch weergegeven hoe vanuit orgaan P verschillende processen in het lichaam van de mens worden beïnvloed. Wat is de naam van het orgaan dat met P is aangeduid?
 - A De grote hersenen.
 - B De hypofyse.
 - C De kleine hersenen.
 - D De schildklier.

▼ Afb. 46 Processen in het menselijk lichaam.



DOELSTELLING 11

BASISSTOF 8

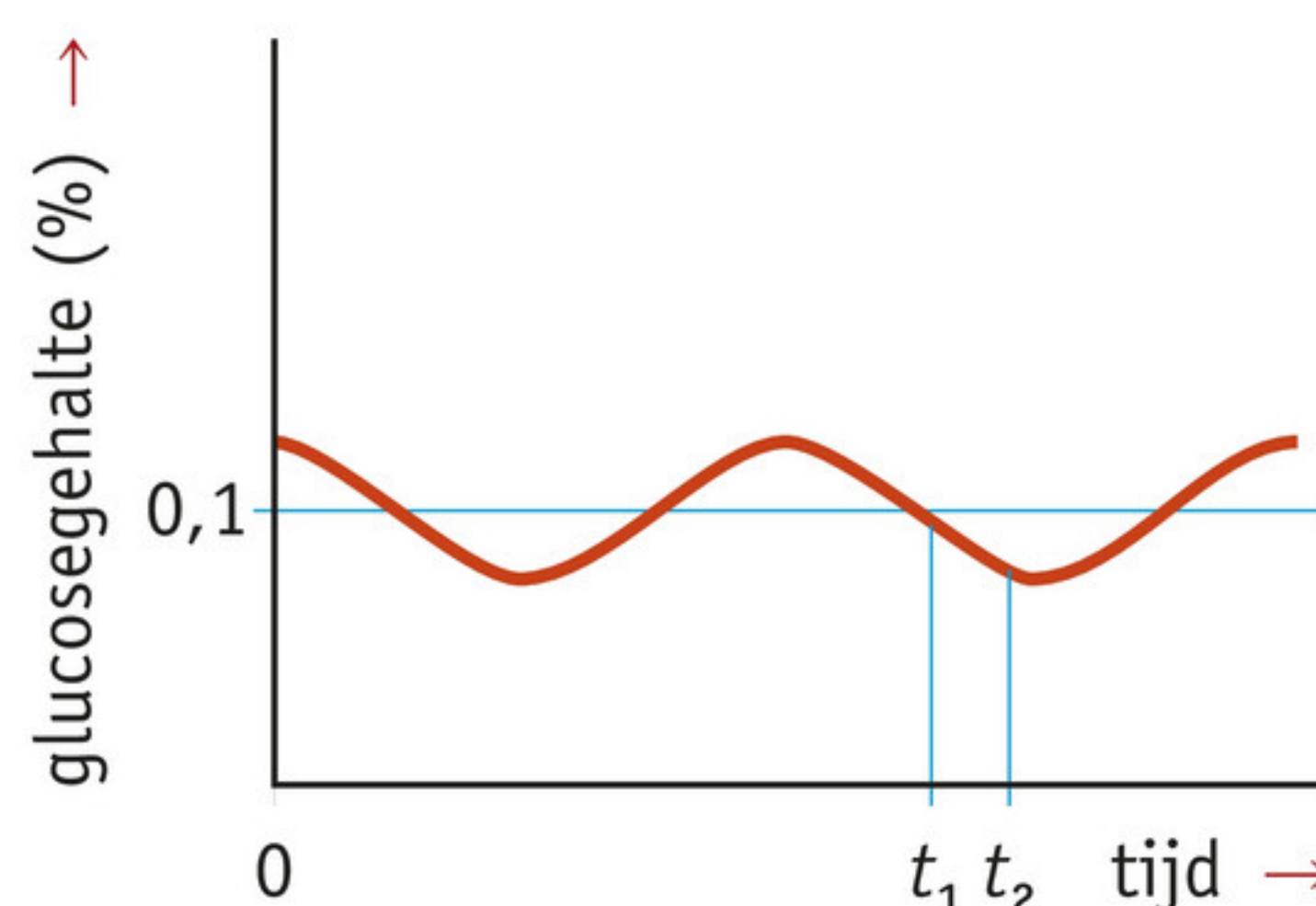
Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Een leerling krijgt tijdens het houden van een presentatie voor de klas een rode kleur. Zijn hartslag en ademhaling zijn versneld. Bij meting zou blijken dat bovendien het glucosegehalte van het bloed is gestegen. Al deze effecten worden veroorzaakt door hetzelfde hormoon. Welk hormoon veroorzaakt deze effecten?
 - A Adrenaline.
 - B Glucagon.
 - C Insuline.
 - D Schildklierhormoon.

- 2 Het bloed bij de mens bevat gemiddeld 0,1% glucose. Gedurende enige tijd wordt bij iemand het glucosegehalte van het bloed bepaald. Het verband tussen het glucosegehalte van het bloed en de tijd wordt uitgezet in een diagram (zie afbeelding 47). Van welk hormoon neemt de hoeveelheid in het bloed toe tussen de tijdstippen t_1 en t_2 ? En waar wordt dit hormoon geproduceerd?

Hormoon	Plaats van productie
A glucagon	bijnieren
B glucagon	eilandjes van Langerhans
C insuline	bijnieren
D insuline	eilandjes van Langerhans

▼ Afb. 47 Glucosegehalte van het bloed.

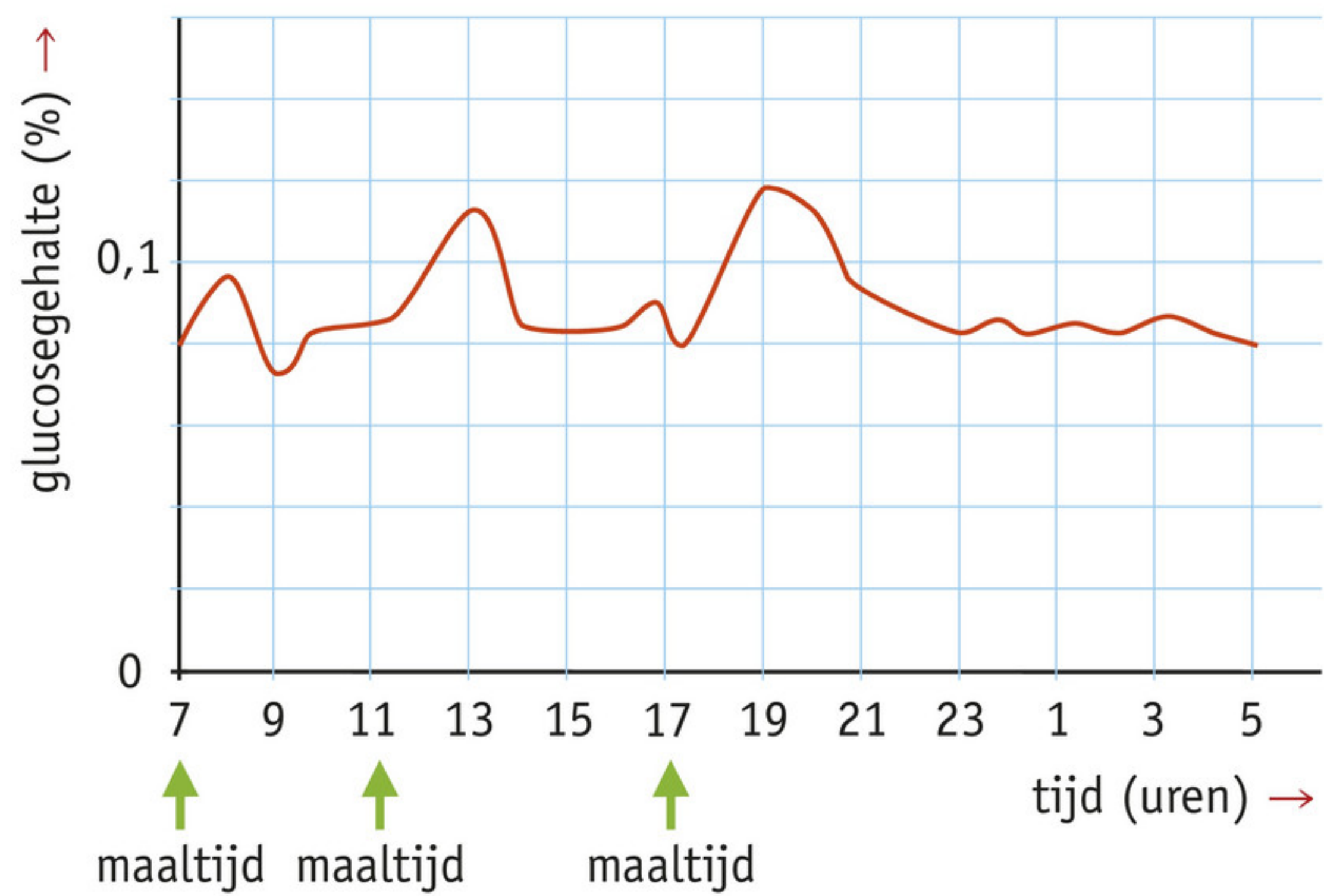


- 3 In afbeelding 48.1 is weergegeven hoe gedurende één etmaal het glucosegehalte van het bloed van iemand varieerde. Ook is aangegeven op welke tijden deze persoon een maaltijd nuttigde. Gedurende hetzelfde etmaal is de concentratie van hormoon P in het bloed van deze persoon gemeten (zie afbeelding 48.2). Hormoon P speelt een rol bij de regeling van het glucosegehalte van het bloed. Ook hier is weergegeven op welke tijden deze persoon een maaltijd nuttigde. Welk hormoon is P? En zal het glucosegehalte van het bloed onder invloed van hormoon P dalen of stijgen?

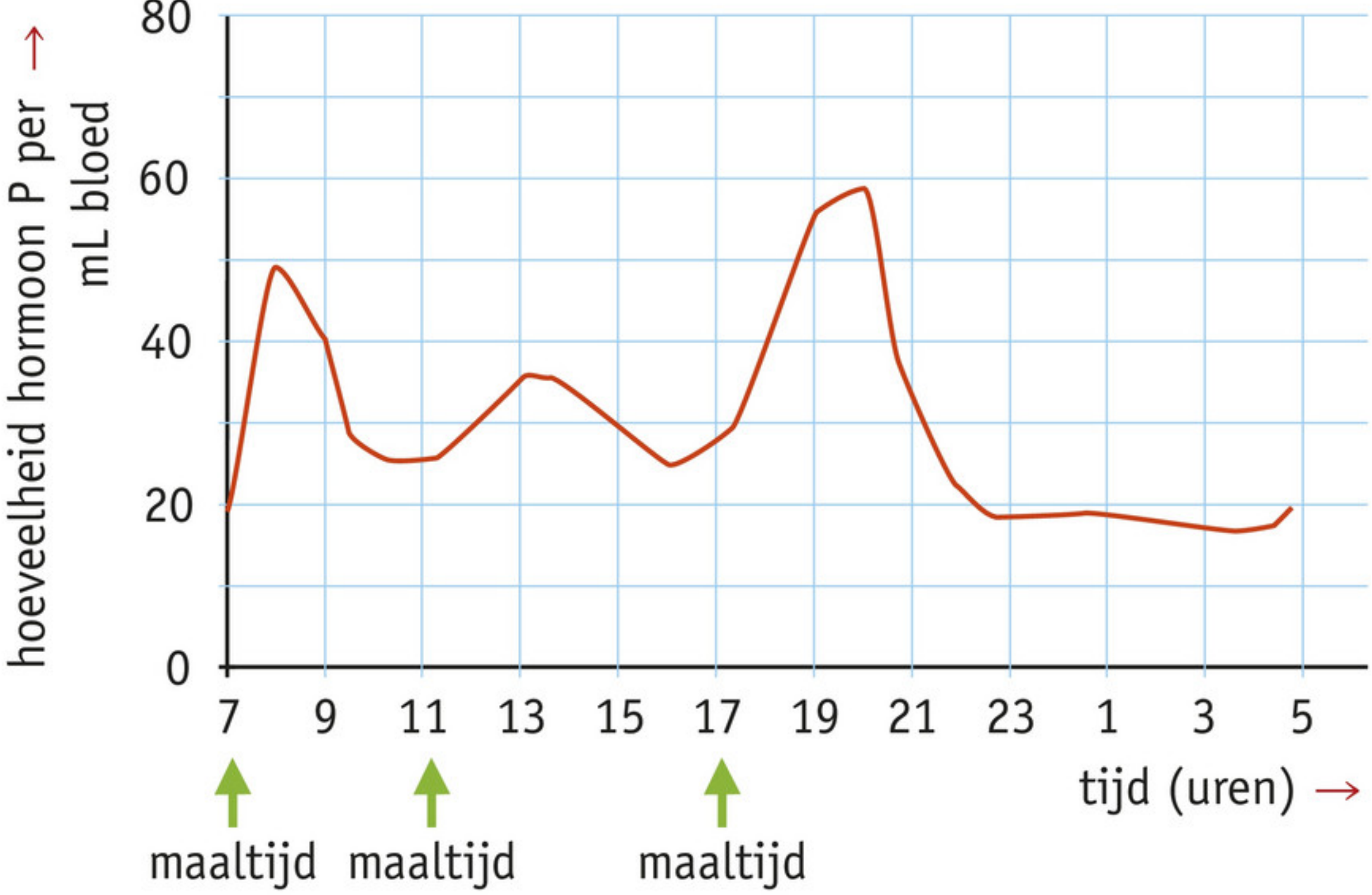
Hormoon P is	Het glucosegehalte van het bloed zal
A glucagon.	dalen.
B glucagon.	stijgen.
C insuline.	dalen.
D insuline.	stijgen.

- 4 Welk hormoon wordt bij een diabetespatiënt onvoldoende geproduceerd?
 - A Adrenaline.
 - B Glucagon.
 - C Insuline.
 - D Schildklierhormoon.

▼ **Afb. 48** Glucosegehalte van het bloed gedurende een etmaal.



1



2

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Diabetes (suikerziekte)

Stel je voor dat je eigen cellen worden aangevallen door je afweersysteem. De cellen gaan dan kapot en kunnen hun functie niet meer uitvoeren. Dat gebeurt met de insuline-producerende cellen bij mensen met diabetes type 1.

Onderzoekers hebben geprobeerd de kapotte cellen te vervangen door gezonde cellen van een andere persoon. Maar ook deze cellen werden door het afweersysteem opgeruimd. Als ze de nieuwe cellen echter 'vermommen', worden de cellen niet opgeruimd. Het blijkt dat het afweersysteem ze dan niet herkent. De onderzoekers hopen dat ze deze techniek kunnen gebruiken als behandeling tegen diabetes type 1.

TWEE TYPEN DIABETES

Ruim één miljoen Nederlanders hebben diabetes. Dat maakt diabetes een van de meest voorkomende ziekten in Nederland. Er zijn twee typen diabetes: type 1 en type 2. De oorzaak en de behandeling voor deze typen is verschillend. Ongeveer 9 op de 10 mensen met diabetes hebben diabetes type 2.

OORZAKEN

In de eilandjes van Langerhans liggen verschillende soorten cellen. Bij **diabetes type 1** zijn de cellen die insuline maken kapot. De kapotte cellen maken onvoldoende of helemaal geen insuline aan. Hierdoor krijgen de cellen van de lever en spieren geen signaal om glucose op te nemen en op te slaan als glycogeen.

Bij **diabetes type 2** maakt de alvleesklier te weinig insuline en/of zijn de cellen van de lever en spieren niet of minder gevoelig voor de insuline. Hierdoor zullen de cellen van de lever en spieren minder of geen glucose opnemen.

Diabetes type 1 werd vroeger ook wel jeugddiabetes genoemd, terwijl diabetes type 2 ouderdomssuiker werd genoemd. Dit is niet juist. Diabetes type 2 komt steeds vaker op jonge leeftijd voor en wordt dan meestal veroorzaakt door een ongezond voedingspatroon en te weinig beweging. Diabetes type 2 wordt daarom ook wel tot de welvaartsziekten gerekend.

SYMPTOMEN

De hoeveelheid glucose in het bloed wordt bij een gezonde persoon door insuline en glucagon in evenwicht gehouden. Bij een diabetespatiënt is dat evenwicht weg: er is geen of te weinig insuline, of het lichaam reageert niet meer goed op de insuline. Hierdoor stijgt het glucosegehalte van het bloed. Wanneer het glucosegehalte van het bloed te hoog is, spreek je van een **hyper**. Bij een **hypo** is het glucosegehalte van het bloed te laag. Je kunt dit aan verschillende symptomen merken (zie afbeelding 49).

▼ **Afb. 49** De symptomen van een te laag glucosegehalte (hypo) en een te hoog glucosegehalte (hyper) van het bloed.

Zowel een hyper als een hypo kan schadelijke gevolgen voor het lichaam hebben. Veel mensen hebben diabetes maar weten dat nog niet. Op de lange termijn kan (onbehandelde) diabetes leiden tot problemen met je ogen, nieren, hart en bloedvaten, zenuwen, voeten en hersenen. Uiteindelijk kun je aan de gevolgen van diabetes overlijden. Het is daarom belangrijk dat diabetes op tijd wordt ontdekt en behandeld.



1 hypo



2 hyper

BEHANDELING

Diabetes is een chronische ziekte. Dit betekent dat genezing nog niet mogelijk is. Wel kan de ziekte met medicijnen worden behandeld.

Mensen met diabetes type 1 moeten dagelijks het glucosegehalte van het bloed meten en insuline spuiten of een pompje dragen. Mensen met diabetes type 2 gebruiken meestal andere medicijnen om het glucosegehalte van het bloed te verlagen. Daarnaast is het voor hen extra belangrijk om gezond te eten en voldoende te bewegen.

WB OPDRACHT 1 T/M 5 BLZ. 49

2 Practicum: een interview afnemen

Veel mensen hebben door hun beroep of in hun dagelijks leven te maken met zaken die in dit thema aan bod kwamen. In deze extra basisstof ga je bij zo iemand een interview afnemen.

Je kunt kiezen voor:

- iemand die in zijn beroep te maken heeft met het zenuwstelsel of het hormoonstelsel (bijvoorbeeld een huisarts, verpleegkundige, apotheker of anesthesiemedewerker);
- iemand die met alcohol of drugs te maken heeft (bijvoorbeeld een hulpverlener, een verslaafde of een politieagent);
- iemand die een ziekte of afwijking heeft (bijvoorbeeld iemand die een verlamming heeft of diabetespatiënt is).

Het afnemen van een interview moet je voorbereiden. Daarna nodig je iemand uit en houd je het gesprek. Ten slotte moet je het interview uitwerken in een verslag. In afbeelding 50 zie je een stappenplan.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 52

▼ Afb. 50

EEN INTERVIEW AFNEMEN

Voorbereiding

- Noteer wat het doel is van je interview.
- Noteer vijf hoofdvragen die je in elk geval wilt stellen.
- Zorg (eventueel) voor opnameapparatuur (bijvoorbeeld videocamera of mobieltje).

Uitnodiging

- Zoek een persoon die je wilt interviewen en bel hem of haar op.
- Vertel wie je bent en waarom je een interview wilt afnemen.
- Spreek een plaats en een tijd af.

Gesprek

- Stel de hoofdvragen één voor één. Aan de hand van de antwoorden die je krijgt, kun je doorvragen.
- Houd de tijd in de gaten. Eventueel onderbreek je de persoon beleefd.
- Geef af en toe een korte samenvatting van een antwoord.
- Bedank de persoon en vraag of hij of zij de uitwerking van het interview wil zien.

Uitwerking

- Maak een verslag van het interview.

3 Verslaving en de hersenen

In basisstof 4 heb je geleerd dat alcohol, tabak en drugs de werking van het zenuwstelsel beïnvloeden. Aan het gebruik van deze stoffen zijn gezondheidsrisico's verbonden. In deze verrijkingstof leer je waarom deze risico's voor jongeren veel groter zijn dan voor volwassenen.

DRUGS

Drugs zijn stoffen die bij gebruik de hersenen prikkelen, waardoor er geestelijke en lichamelijke effecten optreden. Deze effecten kunnen stimulerend, verdovend of bewustzijnsveranderend zijn.

Bij **stimulerende middelen** krijgt de gebruiker het gevoel dat hij meer energie heeft. Voorbeelden van stimulerende middelen zijn speed, cocaïne, cafeïne (koffie, cola en energiedrankjes) en nicotine (tabak). Deze middelen worden vooral gebruikt door feestgangers en mensen die een nacht door willen werken.

Bij **verdovende middelen** voelt de gebruiker zich rustig en ontspannen. Voorbeelden van verdovende middelen zijn hasj en wiet, heroïne, alcohol en slaapmiddelen. Deze middelen worden veel gebruikt door mensen die lijden aan slapeloosheid of sterke angstgevoelens.

Bij **bewustzijnsveranderende middelen** gaat de gebruiker de wereld om zich heen heel anders waarnemen en beleven. Voorbeelden van bewustzijnsveranderende middelen zijn tripmiddelen zoals paddo's. Deze middelen staan vaak in de belangstelling van jongeren die wat willen experimenteren.

Soms is het onderscheid naar werking niet goed te maken. Xtc is bijvoorbeeld oppeppend, maar verandert ook de waarneming. Hasj en wiet kunnen behalve versuffend ook bewustzijnsveranderend werken, afhankelijk van de dosis en de situatie.

VERSLAVING

Aan het gebruik van alcohol, tabak en drugs zijn gezondheidsrisico's verbonden. Er is bijvoorbeeld risico op verslaving. Veel mensen denken dat iedereen die drugs gebruikt, verslaafd raakt. Dat is niet zo. De meeste gebruikers zijn daar ooit uit nieuwsgierigheid mee begonnen en stoppen na een korte tijd met het gebruik. Harddrugs zoals heroïne, cocaïne, speed, xtc en GHB hebben wel een sterk verslavende werking.

Je bent **verslaafd** wanneer je niet zonder de drugs kunt en de drugs je dagelijks leven beïnvloeden (bijvoorbeeld het contact met je vrienden, je prestaties op school, enzovoort). Als iemand verslaafd raakt aan drugs, verandert zijn leven dan ook totaal.

Bij verslaving wordt onderscheid gemaakt tussen geestelijke en lichamelijke afhankelijkheid. Er is sprake van **geestelijke afhankelijkheid** als de gebruiker het idee heeft dat hij niet goed kan functioneren zonder de drug. De gebruiker wil de drugs daarom blijven gebruiken.

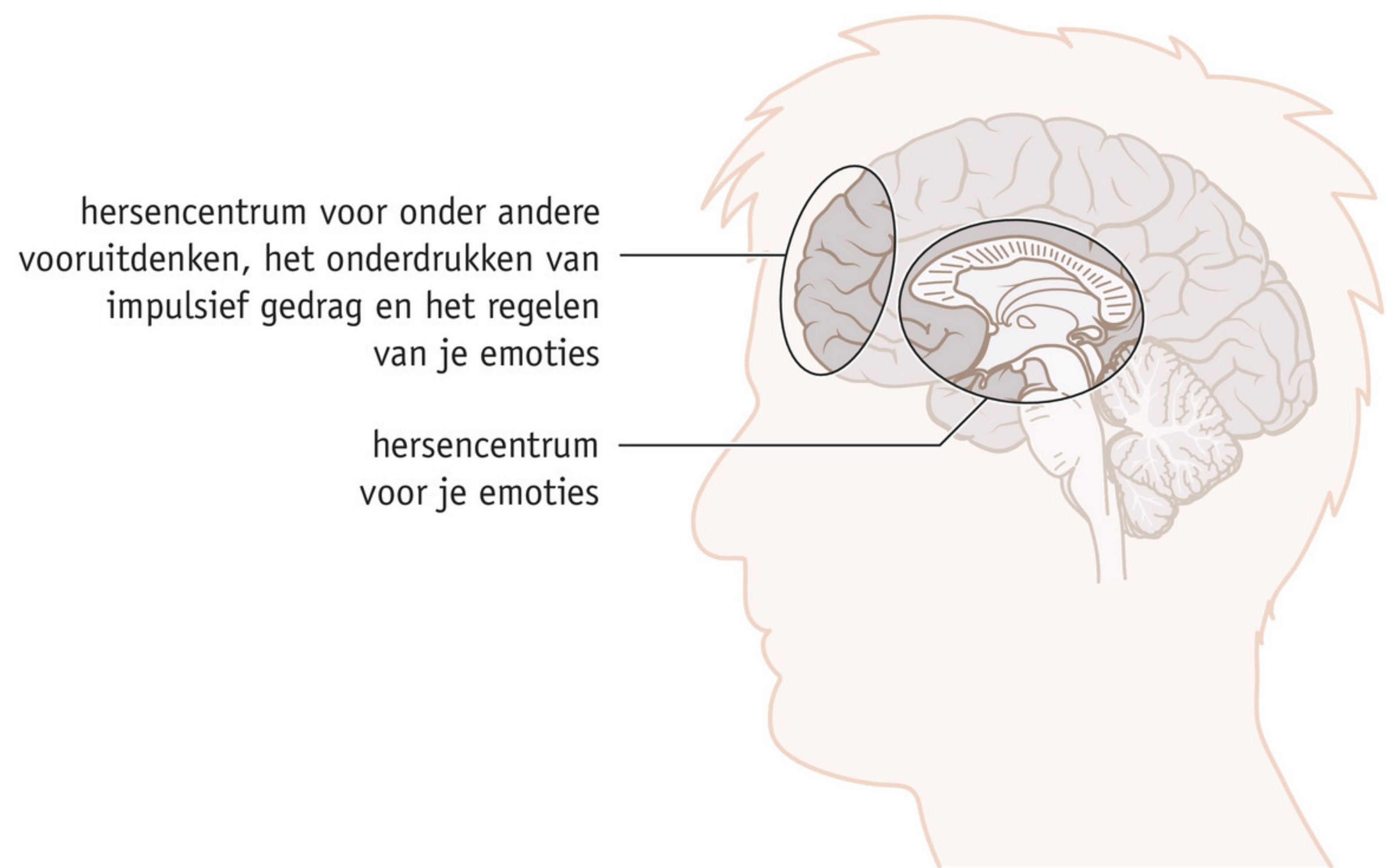
Er is sprake van **lichamelijke afhankelijkheid** als de gebruiker lichamelijke klachten krijgt wanneer hij of zij stopt met het drugsgebruik. Er treden dan ontwenningssverschijnselen op (bijvoorbeeld trillen, koorts, pijn, misselijkheid of slapeloosheid).

INVLOED OP DE HERSENEN

Drugs, alcohol en tabak beïnvloeden de werking van de hersenen. Juist bij jongeren is deze invloed groot doordat hun hersenen nog in ontwikkeling zijn. Vooral het voorste deel van de hersenen is bij pubers nog in ontwikkeling (zie afbeelding 51). Dit deel heb je nodig om vooruit te denken, impulsief gedrag te onderdrukken en je emoties te regelen.

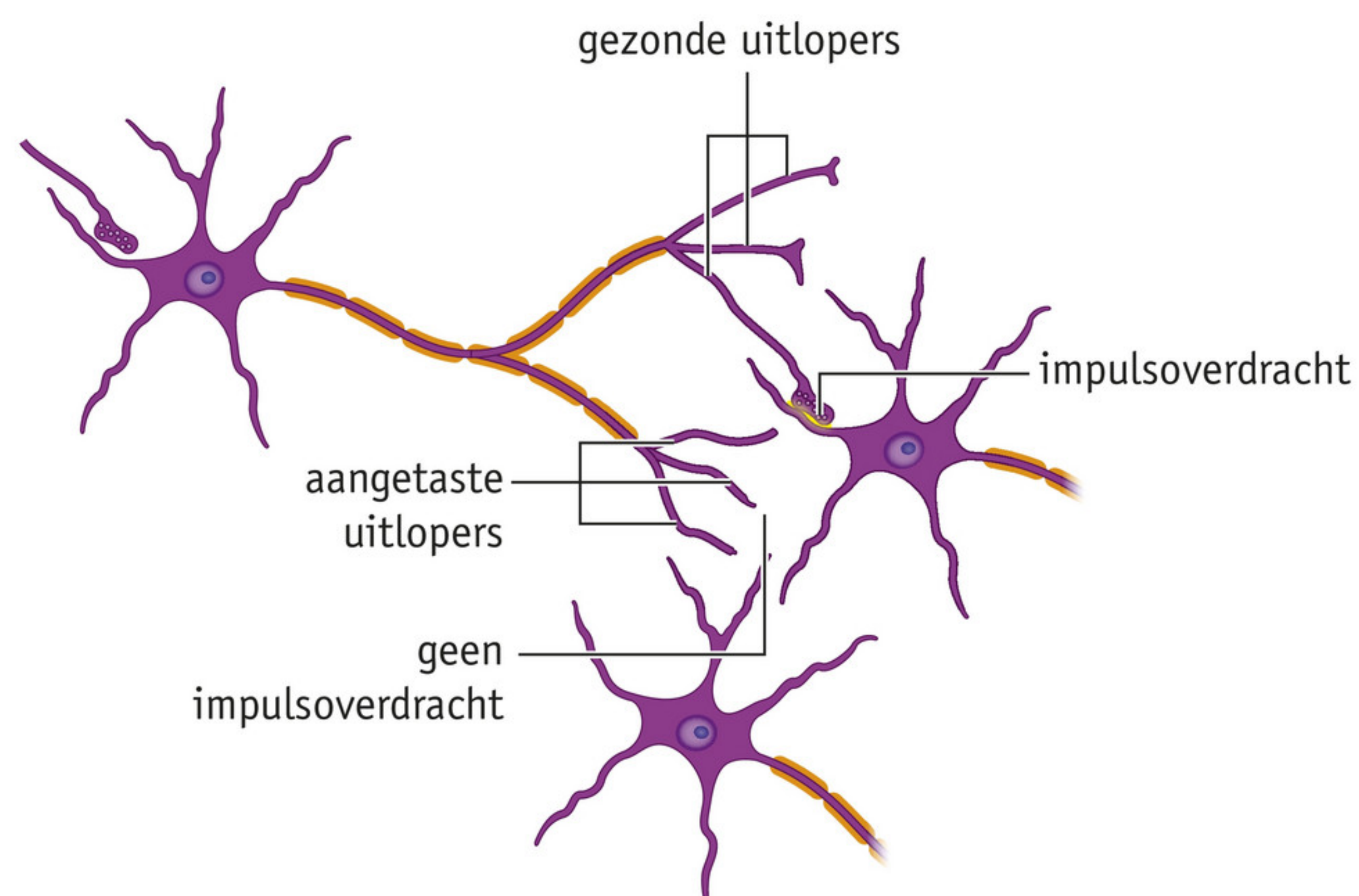
Daarnaast worden in de puberteit veel nieuwe verbindingen gelegd tussen zenuwcellen in de hersenen en worden nuttige verbindingen versterkt (en onnuttige verbindingen verbroken). Je hersenen leren als het ware welke verbindingen belangrijk zijn en welke niet. Pas rond je 24e levensjaar zijn de hersenen volgroeid.

► **Afb. 51** Hersencentra voor emoties en controle over je emoties.



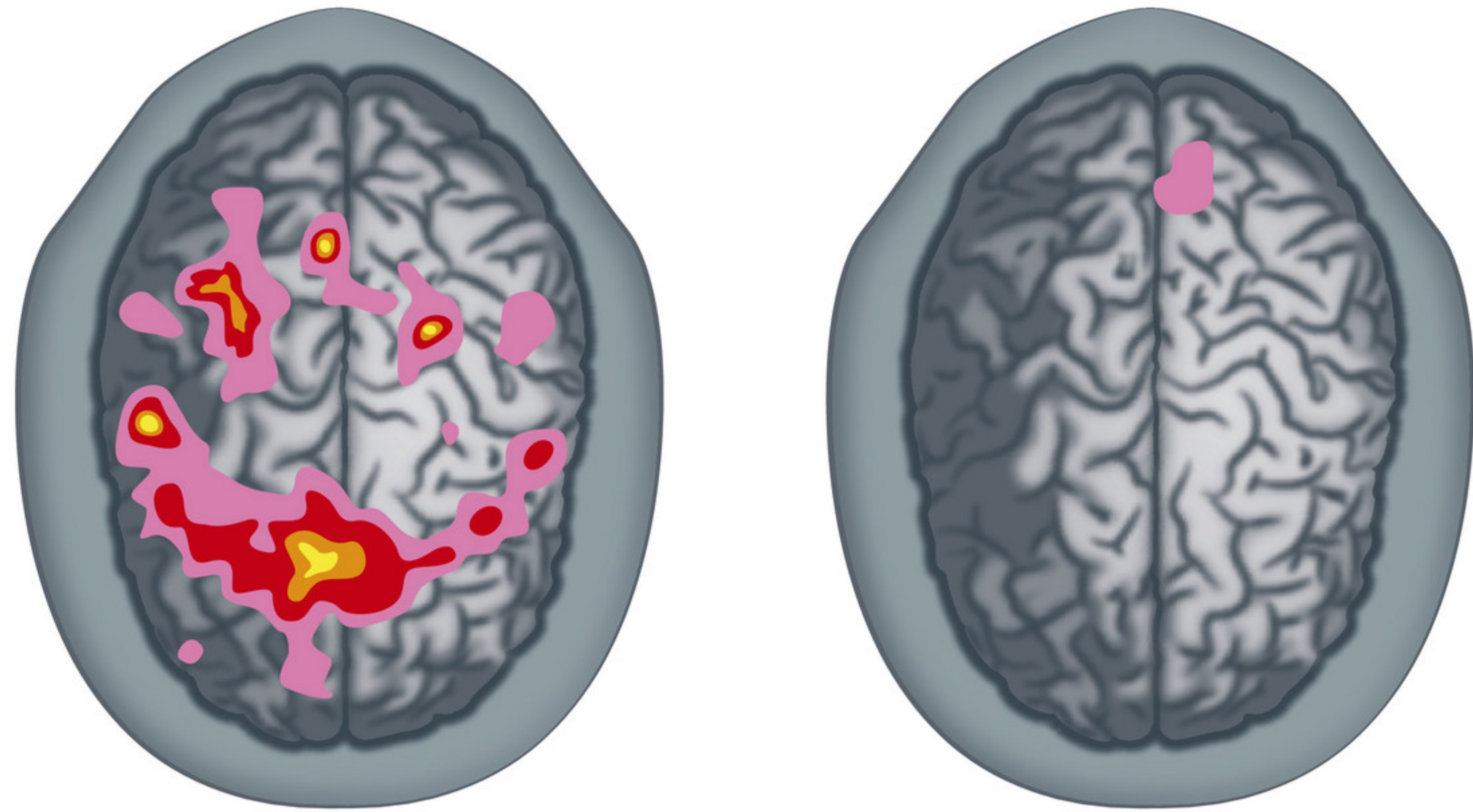
Alcohol breekt de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen af (zie afbeelding 52). Hierdoor worden verbindingen tussen zenuwcellen (en tussen hersengebieden) verbroken. Ook sommige drugs kunnen de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen beschadigen (bijvoorbeeld xtc). De meeste drugs beïnvloeden de overdracht van impulsen tussen zenuwcellen in de hersenen (bijvoorbeeld nicotine, cocaïne en amfetamine). Ze kunnen het doorgeven van impulsen remmen of juist stimuleren.

► **Afb. 52** Alcohol breekt de uitlopers van zenuwcellen in de hersenen af.



Wanneer verbindingen in je hersenen in je jeugd niet goed worden aangelegd, heeft dit in je verdere leven gevolgen zoals verminderde intelligentie (IQ), geheugenstoornissen, verminderd concentratievermogen, leerstoornissen, depressies en emotionele problemen (zie afbeelding 53).

► **Afb. 53** Hersenscan die de hersenactiviteit toont van een drinker en een niet-drinker tijdens eenzelfde geheugentaak.



15-jarige jongen die geen alcohol drinkt

15-jarige jongen die vaak en veel alcohol drinkt

Legenda:



Daarnaast treedt bij alcohol, tabak en sommige drugs **tolerantie** op. Dat wil zeggen dat de gebruiker een steeds grotere dosis van het middel nodig heeft om hetzelfde effect te voelen. Dit kan leiden tot verslaving.

Tolerantie treedt op doordat er bij het gebruik van deze drugs extra dopamine vrijkomt in de hersenen. **Dopamine** is een boodschapperstof in je hersenen die je een tevreden gevoel geeft. De volgende keer dat je alcohol, tabak of drugs wilt gebruiken, heb je een grotere dosis nodig om hetzelfde tevreden gevoel te krijgen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 54

Examentrainer

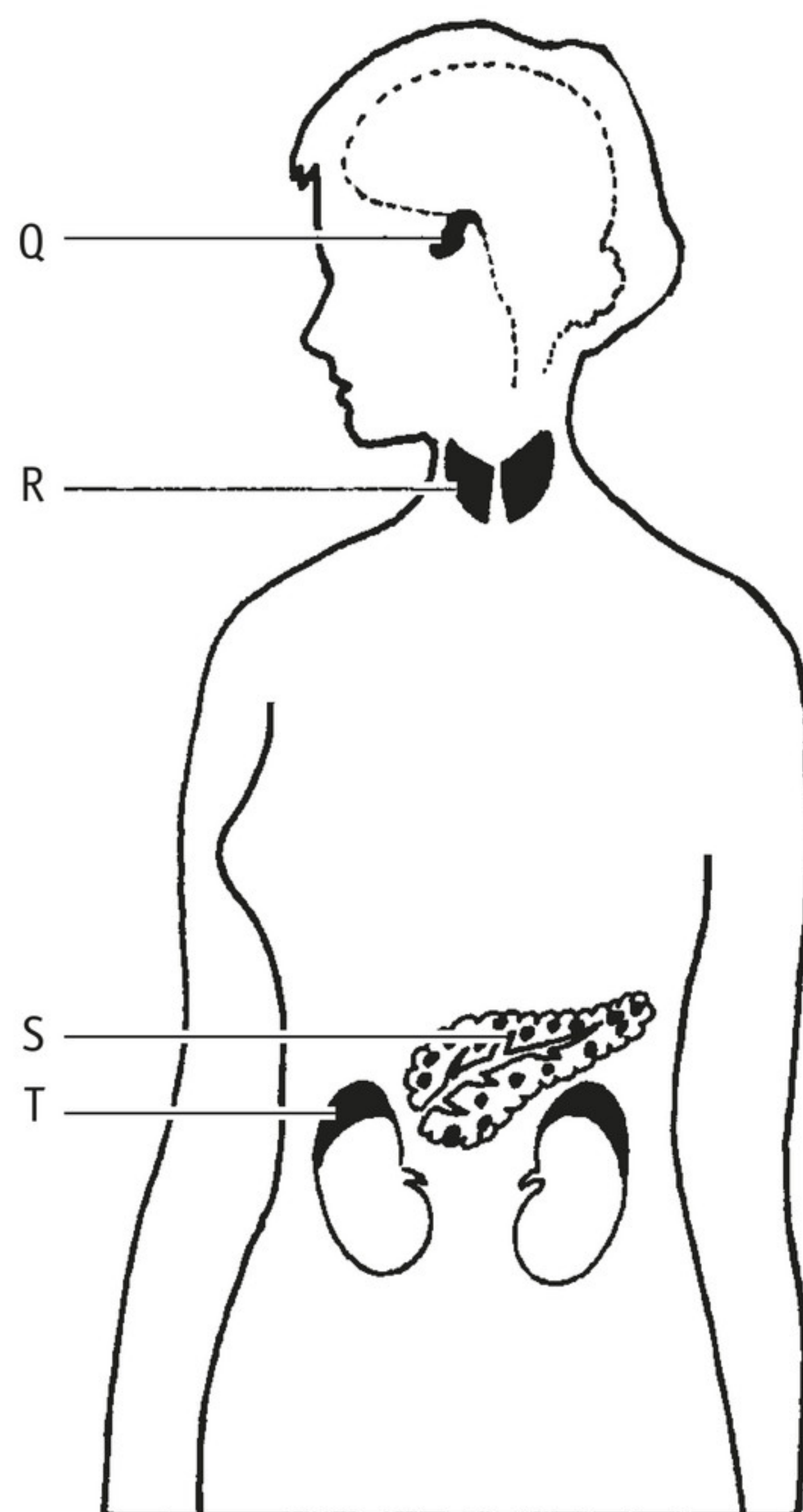
STRESS

Naar: examen vmbo-gt 2013-1, vraag 19 en 20.

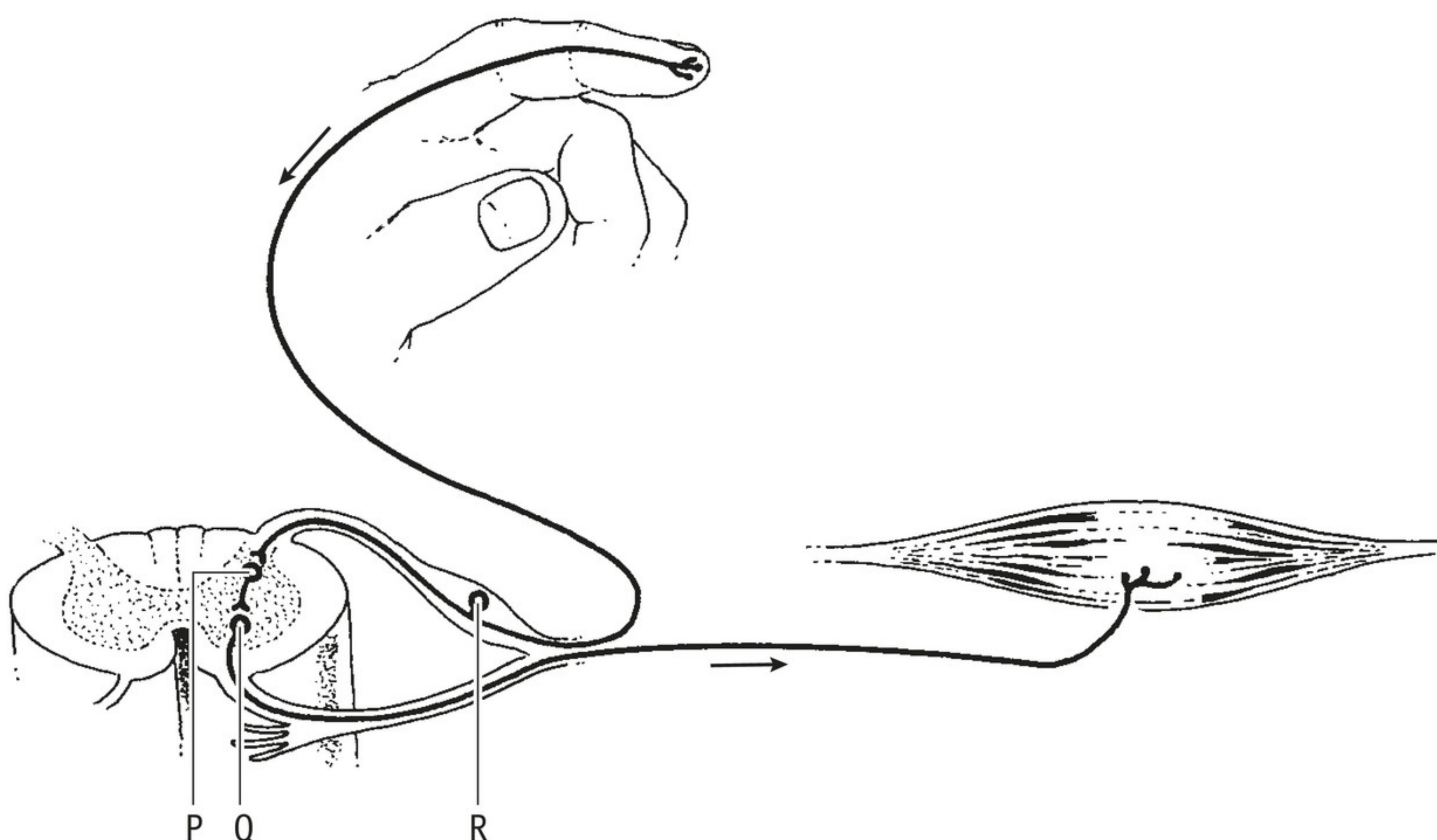
Grote spanning, stress, heeft een aantal veranderingen in het lichaam tot gevolg. In een experiment worden deze veranderingen onderzocht. Twintig vrijwilligers maken een 'bungeejump' vanaf een 70 meter hoge kraan. Van elke vrijwilliger wordt op drie tijdstippen bloed afgenomen: vlak vóór de sprong, vlak erna en twee uur later.

- 1p **1** Vlak vóór de sprong blijkt het adrenalinegehalte van het bloed bij alle deelnemers sterk verhoogd. Neemt hierdoor het aantal hartslagen per minuut toe of af?
- 1p **2** Welke invloed heeft de toename van adrenaline op het glucosegehalte van het bloed: neemt het glucosegehalte toe of af?

▼ **Afb. 54** De ligging van hormoonklieren (schematisch).



▼ **Afb. 55** Een reflexboog tussen huid en spier (schematisch).



- 1p **3** In afbeelding 54 zie je enkele hormoonklieren in het lichaam. Welke letter geeft een orgaan aan dat adrenaline maakt?
- A Letter Q.
B Letter R.
C Letter S.
D Letter T.

IMPULSEN

Bron: examen vmbo-gt 2010-1, vraag 13 en 14.

In afbeelding 55 is schematisch weergegeven hoe enkele zenuwcellen impulsen geleiden vanuit de huid naar een spier. De pijlen geven de richting van de impulsen aan.

- 1p **4** Treedt als gevolg van deze impulsen een reflex op of een bewuste beweging? Leg uit waaraan je dat kunt zien in de afbeelding.
- 1p **5** De letters P, Q en R geven zenuwcellen aan. Welke letter geeft een schakelcel aan?
- A Letter P.
B Letter Q.
C Letter R.

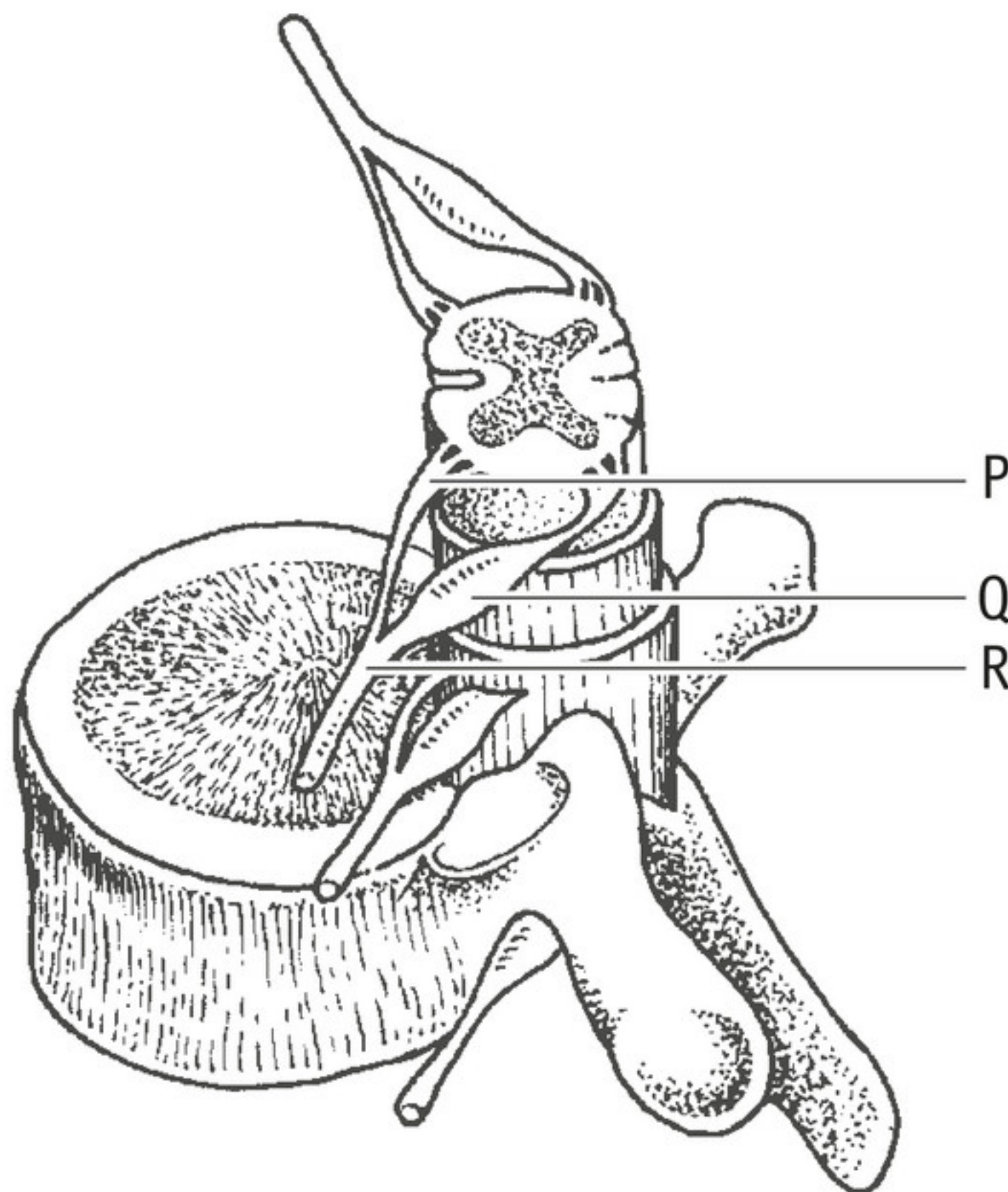
VERNAUWING VAN HET HALSWERVELKANAAL

Bron: examen vmbo-gt 2008-1, vraag 9 en 10.

In de wervelkolom bevindt zich het wervelkanaal met het ruggenmerg. Soms groeien er verdikkingen aan het botweefsel van halswervels. Dit wordt een vernauwing van het halswervelkanaal genoemd. Bij een patiënt is door een verdikking aan een halswervel een armzenuw bekneld geraakt. De beknelling heeft verlamming en gevoelloosheid tot gevolg.

In afbeelding 56 is van een gezonde persoon een halswervel met ruggenmerg en zenuwen weergegeven.

▼ **Afb. 56** Ruggenmerg en wervel (schematisch).



- 1p **6** Op welke van de plaatsen P, Q of R kan een beknelling van de zenuw zowel verlamming als gevoelloosheid tot gevolg hebben?
- A Op plaats P.
 - B Op plaats Q.
 - C Op plaats R.

Een verdikking aan een wervel kan ook tot gevolg hebben dat bloedvaten worden dichtgedrukt, waardoor het ruggenmerg beschadigd raakt.

- 1p **7** Leg uit waardoor het ruggenmerg beschadigd raakt als er niet genoeg bloed naar toe wordt gevoerd.

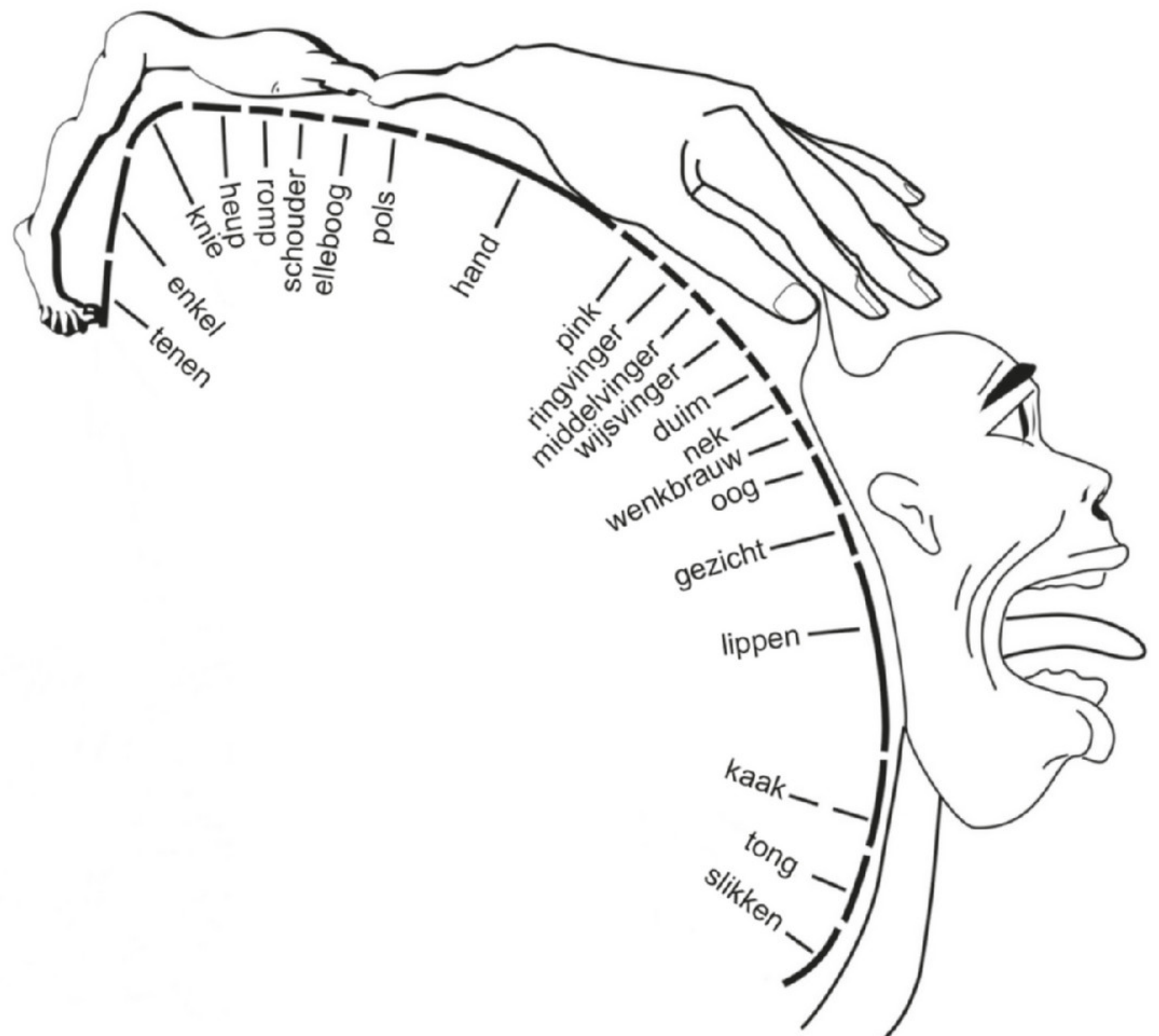
Plusvraag

HERSENCENTRA

Naar: examen havo 2011-2, vraag 28 en 29.

De Canadese neurochirurg Penfield ontwikkelde in de jaren veertig en vijftig van de twintigste eeuw een kaart van de gevoelscentra in de menselijke hersenschors. Deze kaart wordt vaak weergegeven als een *homunculus*: een op de hersenschors geprojecteerd figuurtje van de mens (zie afbeelding 57).

▼ **Afb. 57** Een kaart van de gevoelscentra in de menselijke hersenschors.



- 1p **8** Verklaar waarom gezicht en handen in dit figuurtje zo'n groot oppervlak op de hersenschors innemen.

Als iemand niet bestaande beelden ziet, spreekt men van hallucineren.

- 2p **9** Waar zul je met een hersenscan grote activiteit vinden bij hallucineren?
- A In de grote hersenen.
 - B In de hersenstam.
 - C In de kleine hersenen.
 - D In de oogzenuw.

6 Zintuigen



BASISSTOF

- 1 Het zintuigenstelsel
- 2 Voelen, ruiken en proeven
- 3 De ogen
- 4 De iris en de ooglenz
- 5 Het netvlies
- 6 De oren

46
49
52
54
57
60

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

63
66

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Illusies
- 2 Practicum: een oog ontleden
- 3 Scherp zien

71
73
74

EXAMENTRAINER

76



Met je zintuigen neem je personen en voorwerpen in je omgeving waar. Daar kun je dan weer op reageren. Je voelt bijvoorbeeld dat je smartphone trilt en pakt hem om te kijken welk bericht je vrienden je hebben gestuurd.

Je hebt verschillende zintuigen. In dit thema leer je eerst welke zintuigen in je huid, in je neus en in je tong liggen en welke waarnemingen je met deze zintuigen kunt doen. Daarna leer je hoe je ogen en oren zijn gebouwd en hoe ze werken.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het zintuigenstelsel

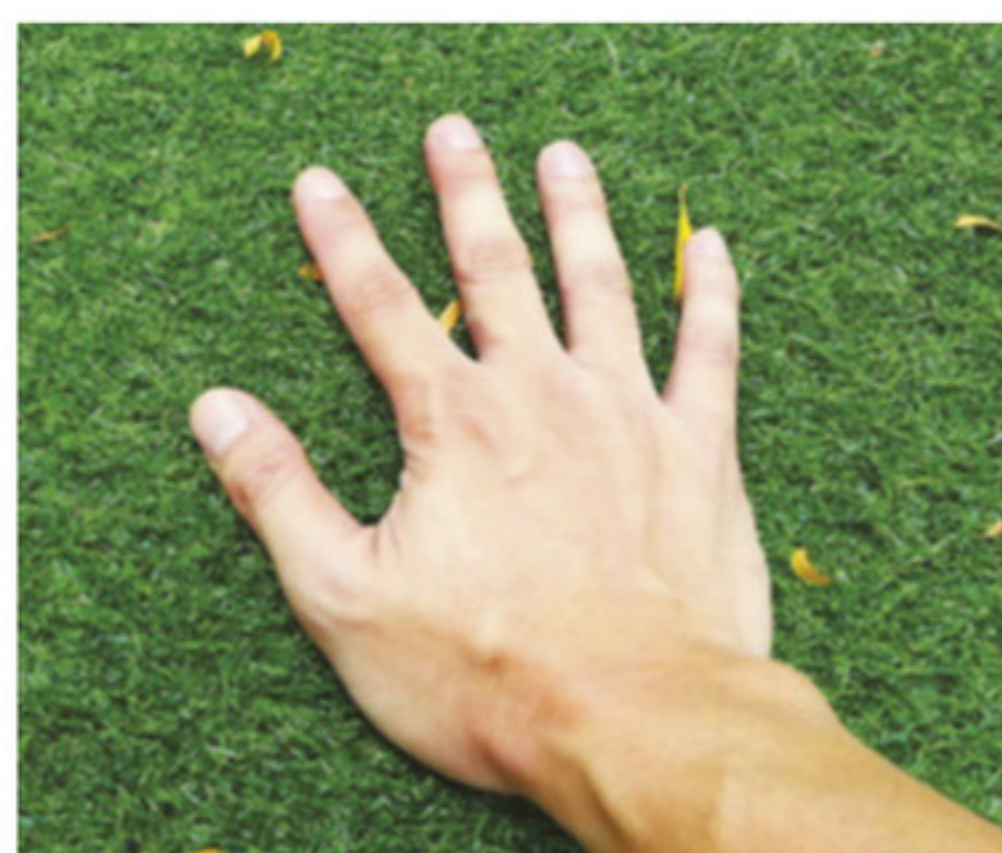
Als het koud is, ga je rillen en krijg je kippenvel. En als je tegen de zon in kijkt, doe je vanzelf je ogen een beetje dicht. Je lichaam merkt veranderingen in je omgeving op en reageert daarop.

ZINTUIGEN

Een **zintuig** is een orgaan dat reageert op prikkels uit je omgeving. De belangrijkste zintuigen liggen in je ogen, je oren, je neus, je tong en in je huid (zie afbeelding 1). In je oren komen de gehoorzintuigen en de evenwichtszintuigen voor. In je neus liggen de reukzintuigen en op je tong de smaakzintuigen. In de ogen liggen de gezichtszintuigen.

In je huid liggen zintuigen waarmee je kunt voelen. Je kunt op verschillende manieren iets voelen. Daarom liggen er in je huid verschillende typen zintuigen. Deze reageren op warmte, koude, druk of aanraking. Alle zintuigen samen noem je het **zintuigenstelsel**.

► **Afb. 1** De belangrijkste zintuigen zitten in je ogen, je oren, je neus, je tong en je huid.



HET ONTSTAAN VAN IMPULSEN

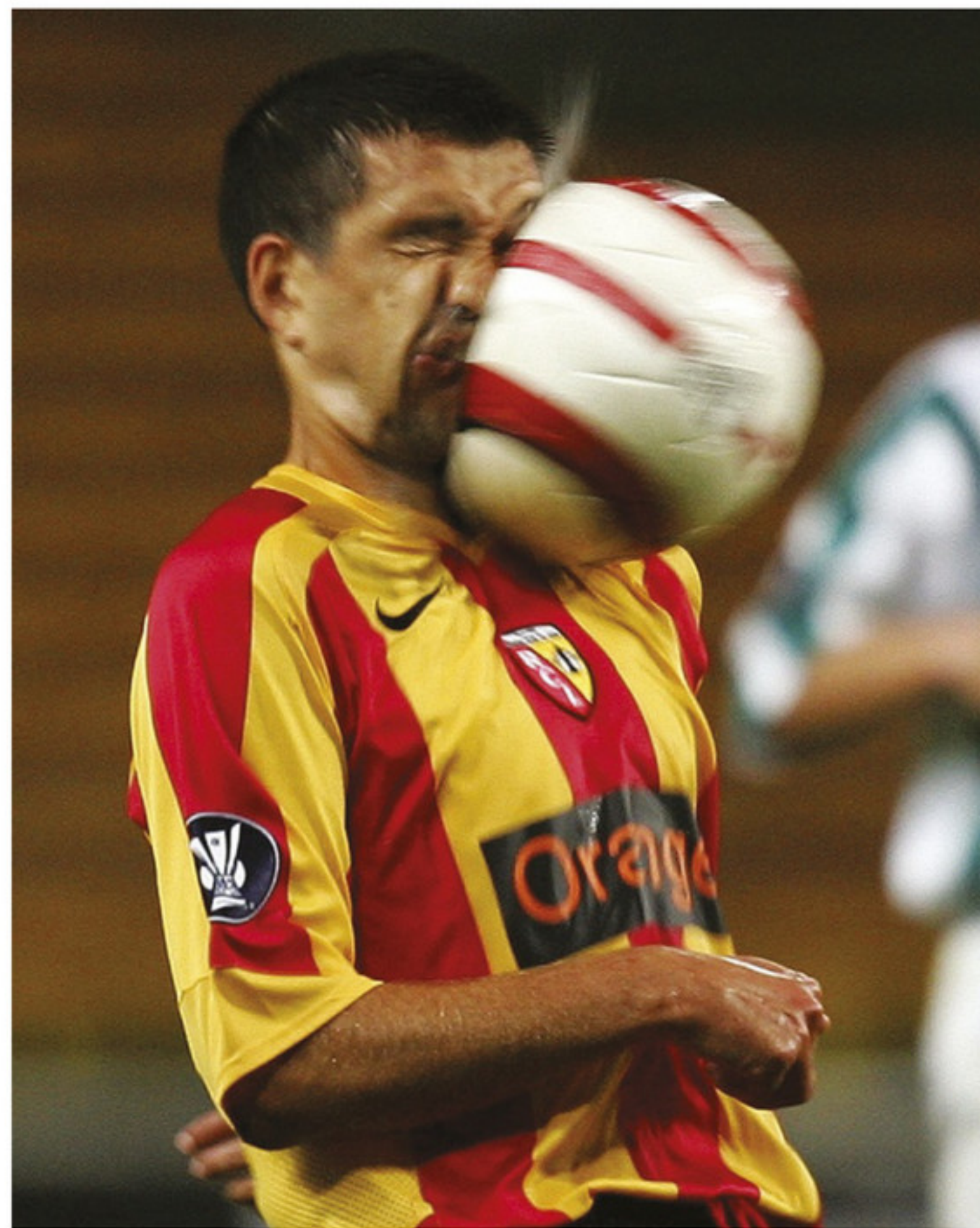
In zintuigcellen ontstaan alleen impulsen als een prikkel sterk genoeg is. De zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt, heet de **drempelwaarde**. Als een prikkel zwakker is dan de drempelwaarde, ontstaan er geen impulsen. Een heel zacht geluid hoor je bijvoorbeeld niet.

Elk type zintuigcel is speciaal gevoelig voor één bepaalde prikkel: de **adequate prikkel**. Zintuigcellen in je oog zijn bijvoorbeeld speciaal gevoelig voor licht. Licht noem je daarom de adequate prikkel voor de zintuigcellen in je oog. De drempelwaarde voor de prikkel licht is voor deze zintuigcellen heel laag.

Zintuigcellen kunnen ook andere, niet-adequate prikkels waarnemen (zie afbeelding 2). De drempelwaarde voor deze prikkels is veel hoger. Als je een bal zachtjes tegen je oog drukt, merk je niets. De prikkelsterkte is dan lager dan de drempelwaarde. Maar als je de bal hard op je ogen krijgt, zie je 'sterretjes'. Door de dreun van de bal ontstaan impulsen in je ogen. Die gaan naar de gezichtscentra in de grote hersenen. De plaats waar de impulsen in de grote hersenen aankomen, bepaalt welke waarneming je doet.

WB PRACTICUM 1 BLZ. 81

► **Afb. 2** Een niet-adequate prikkel.



WAARNEMING

De drempelwaarde voor een prikkel is niet altijd even hoog. Wanneer zintuigcellen langere tijd dezelfde prikkels ontvangen, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen. Dit noem je **gewenning**. Door gewenning voel je bijvoorbeeld na enige tijd de druk van je kleren op je lichaam niet meer. Verder speelt ook de **motivatie** een rol. Als je bijvoorbeeld heel aandachtig luistert, hebben de zintuigcellen in je oren een lage drempelwaarde voor geluiden.

Tot slot kunnen ook de grote hersenen je waarnemingen beïnvloeden. Je hersenen verwerken niet alle waarnemingen even snel. Een woord lezen gaat veel sneller dan het opnoemen van de kleur waarin het woord is afgedrukt (zie afbeelding 3). Als de naam van een kleur wordt afgedrukt in een andere kleur (bijvoorbeeld **Rood**), lezen we het woord eerder dan dat we ons bewust zijn van de kleur.

WB PRACTICUM 2 BLZ. 82
WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 64

▼ Afb. 3 Kleurwaarneming.

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

1

Rood	Roze	Oranje	Zwart
Groen	Paars	Blauw	Rood
Blauw	Bruin	Groen	Grijs
Geel	Rood	Roze	Paars

2

▼ Afb. 4

Wit-goud of blauw-zwart?

Via sociale media ging de foto van een vrouw in deze blauw-zwarte jurk razendsnel de wereld over. Of draagt de vrouw een wit-gouden jurk? De meningen waren verdeeld. Als je naar de foto kijkt, gaat het licht van de jurk naar zintuigcellen in je ogen. Die zintuigcellen sturen impulsen naar je hersenen. Je hersenen bepalen daarna welke kleuren de jurk heeft. Maar wat de hersenen aangeven, is niet bij iedereen hetzelfde. Daardoor ziet niet iedereen de jurk in dezelfde kleur. Hoe zie jij deze jurk?



2 Voelen, ruiken en proeven

Blinde mensen lezen met hun vingertoppen. Op het toetsenbord van hun computer zitten kleine bobbeltjes (zie afbeelding 5). Elke groep bobbeltjes stelt een letter of cijfer voor. Met hun vingertoppen tasten ze de toetsen af en 'lezen' ze.

► **Afb. 5** Toetsenbord met brailleschrift.

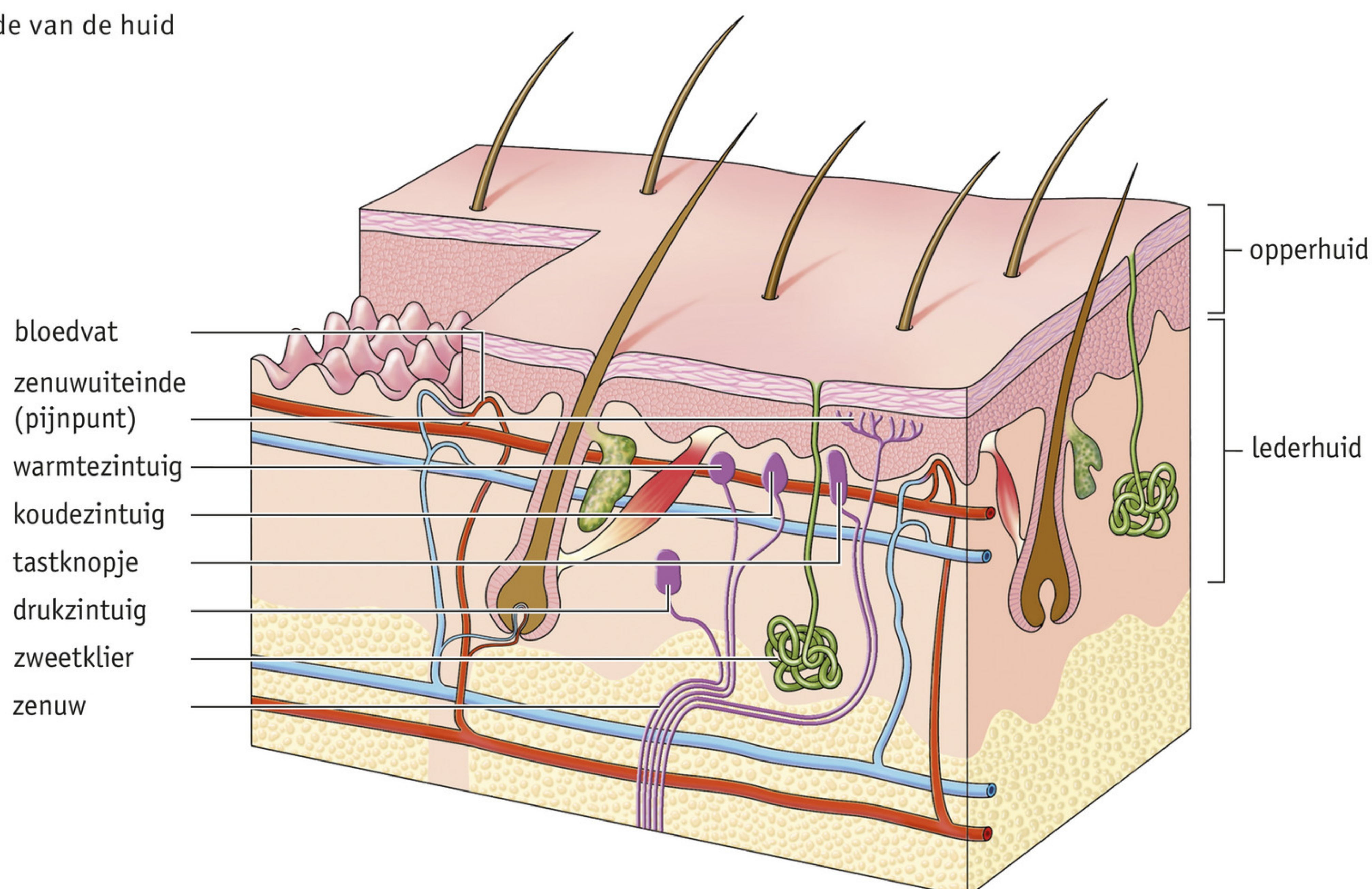


ZINTUIGEN IN DE HUID

Niet alleen blinde mensen kunnen goed voelen. Ook jij voelt het verschil tussen glad of ruw, hard of zacht. Hiervoor gebruik je je **tastzintuigen**. De tastzintuigen liggen in **tastknopjes** vlak onder de opperhuid en reageren op lichte aanraking van de huid (zie afbeelding 6).

Drukzintuigen liggen dieper in de huid en reageren wanneer er op je huid wordt gedrukt. Ze zijn belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je iets vastpakt. Een breekbaar glas pak je met minder kracht op dan een stevige beker.

▼ **Afb. 6** Doorsnede van de huid (schematisch).

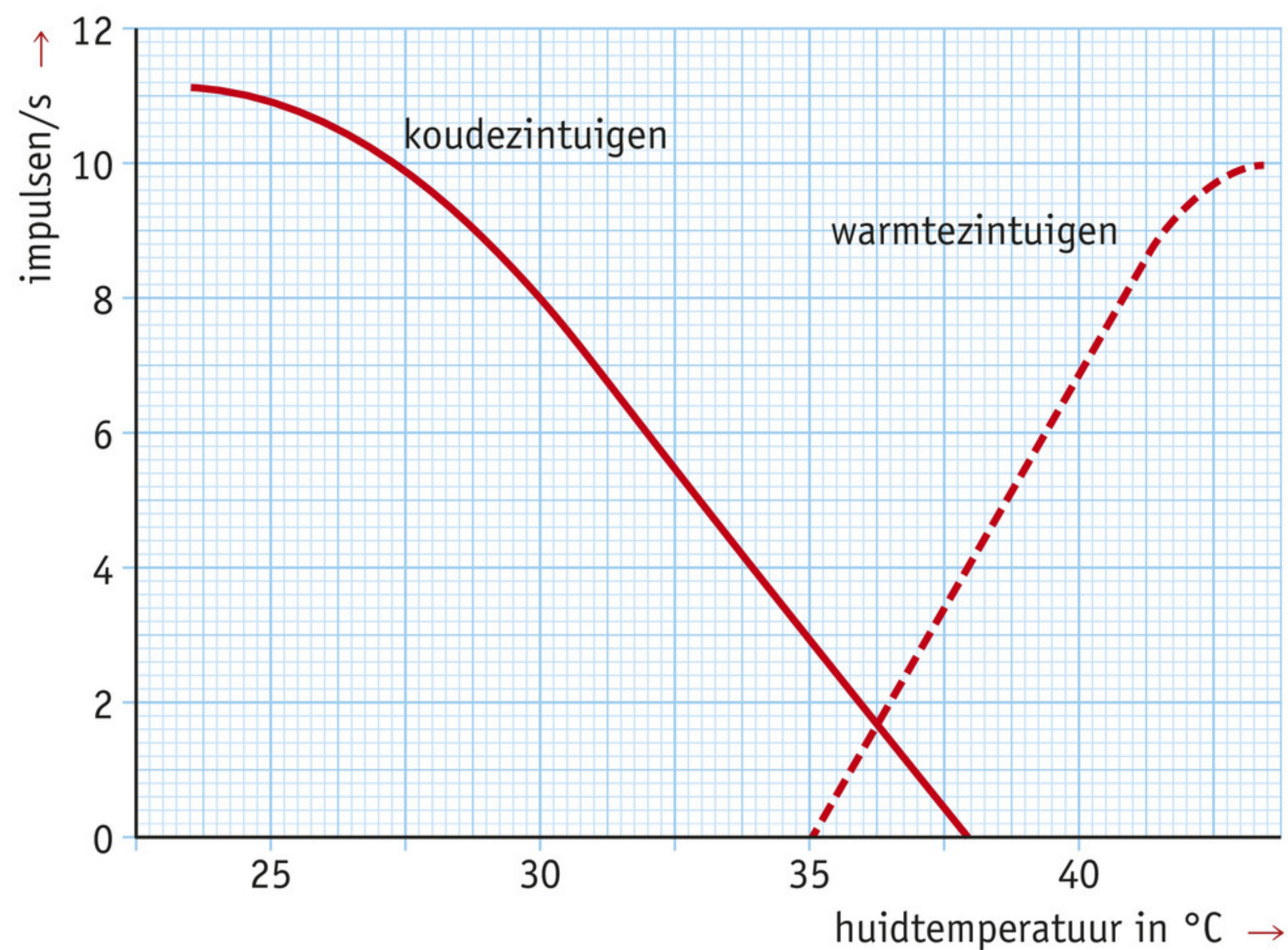


In de huid komen ook warmte- en koudezintuigen voor. Wanneer je bijvoorbeeld een ijsblokje aanraakt, geeft je huid warmte af aan het ijsblokje. Het stukje huid dat het ijs raakt, koelt af. Dit prikkelt de **koudezintuigen**.

Warmtezintuigen reageren wanneer je huid in aanraking komt met iets dat warmer is dan je huid. In afbeelding 7 zie je hoe koude- en warmtezintuigen reageren wanneer de temperatuur van je huid verandert.

WB PRACTICUM 3 EN 4 BLZ. 82

► **Afb. 7** Reactie van de huid na temperatuurverandering.

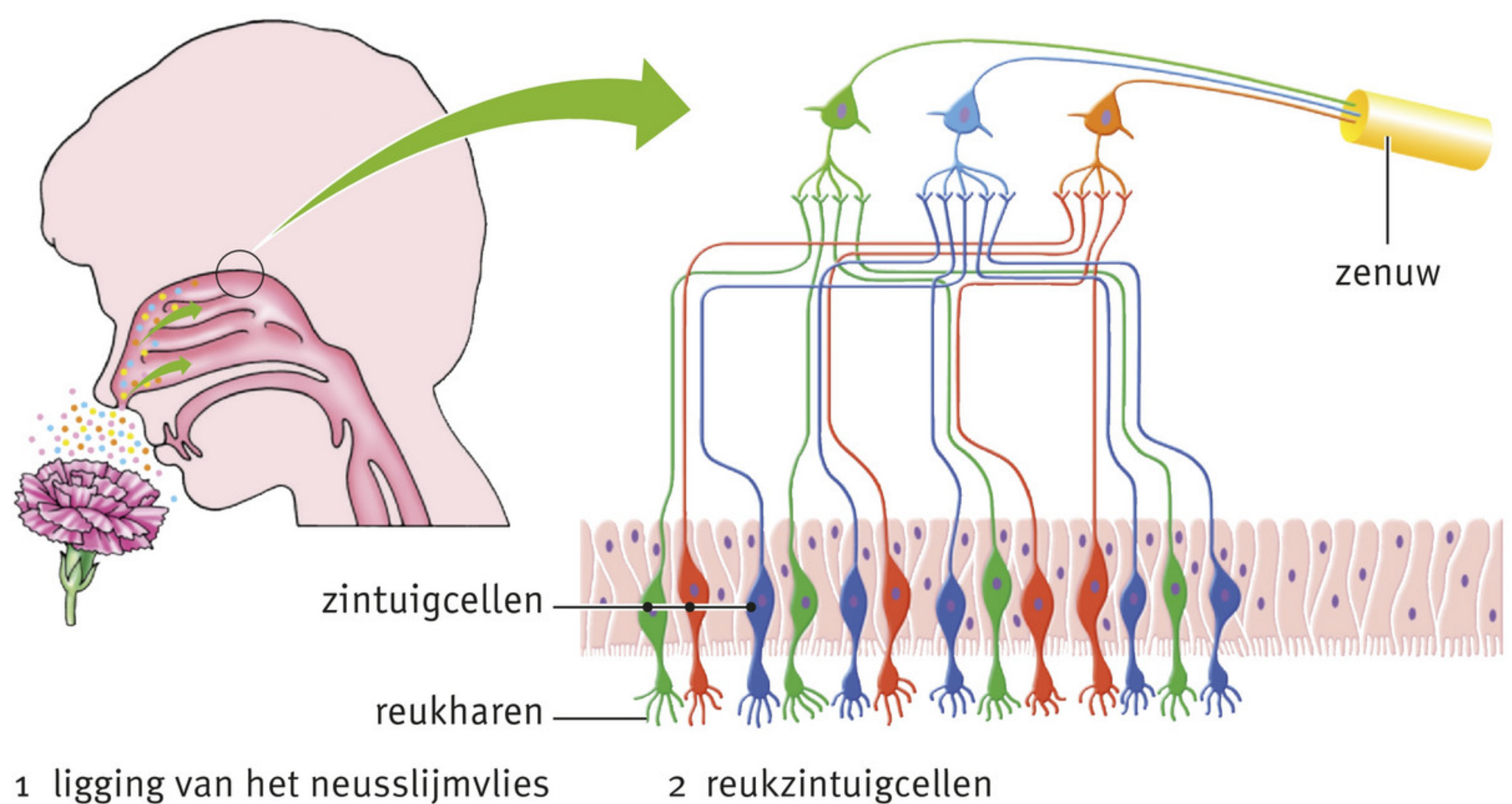


Je neemt pijn waar met **pijnpunten**. Pijnpunten zijn de vrije uiteinden van gevoelszenuwen (zie afbeelding 6). Ze komen op allerlei plaatsen in je lichaam voor, ook in dieper gelegen organen.

HET REUKZINTUIG

In je neus bevindt zich het **reukzintuig**. De neusholte is van binnen bedekt met neusslijmvlies. Boven in de neusholte liggen in het neusslijmvlies de reukzintuigcellen met reukharen (zie afbeelding 8). Deze zintuigcellen worden geprikkeld door geuren. Als de prikkels sterk genoeg zijn, ontstaan er impulsen die door gevoelszenuwen naar de hersenen worden geleid.

► **Afb. 8** Neusholte met neusslijmvlies.



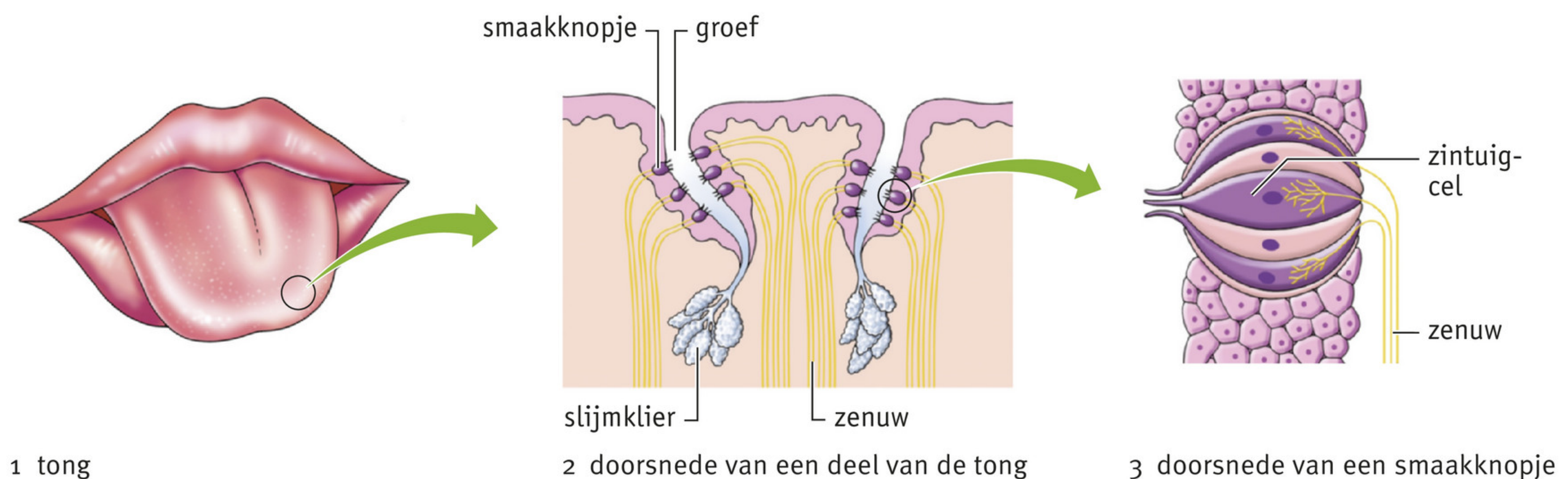
DE SMAAKZINTUIGEN

Smaakzintuigen bevinden zich in het oppervlak van de tong. Over de tong lopen fijne groefjes. Aan de zijkanten van die groefjes liggen de smaakknopjes (zie afbeelding 9). In de smaakknopjes liggen de smaakzintuigcellen. Deze zintuigcellen kunnen alleen zoet, zuur, zout, bitter en umami (hartig) onderscheiden. Bij alle andere smaken die je proeft, speelt het reukzintuig een belangrijke rol.

WB PRACTICUM 5 BLZ. 84

WB OPDRACHT 5 T/M 11 BLZ. 66

▼ **Afb. 9** De smaakzintuigen (schematisch).

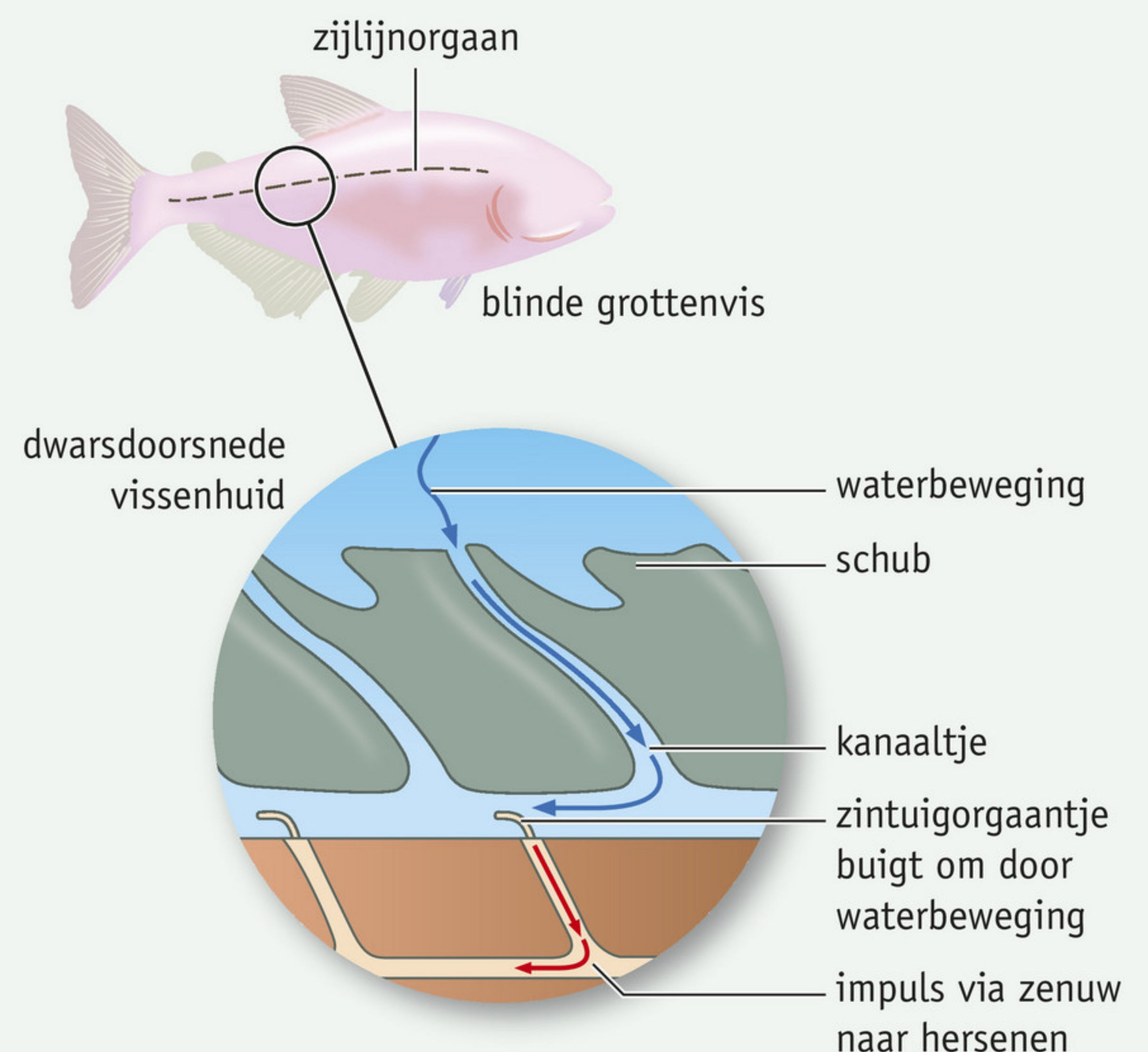


▼ **Afb. 10**

Leven in het donker

In het donker moet je op je gevoel afgaan. De blinde grottenvis doet dat dan ook. Hij leeft diep onder de grond waar het aardedonker is. De vis neemt zijn omgeving waar via een speciaal orgaan: het zijlijnorgaan. Dit orgaan helpt hem de weg te vinden. De vis gebruikt het zijlijnorgaan ook om voedsel te vinden.

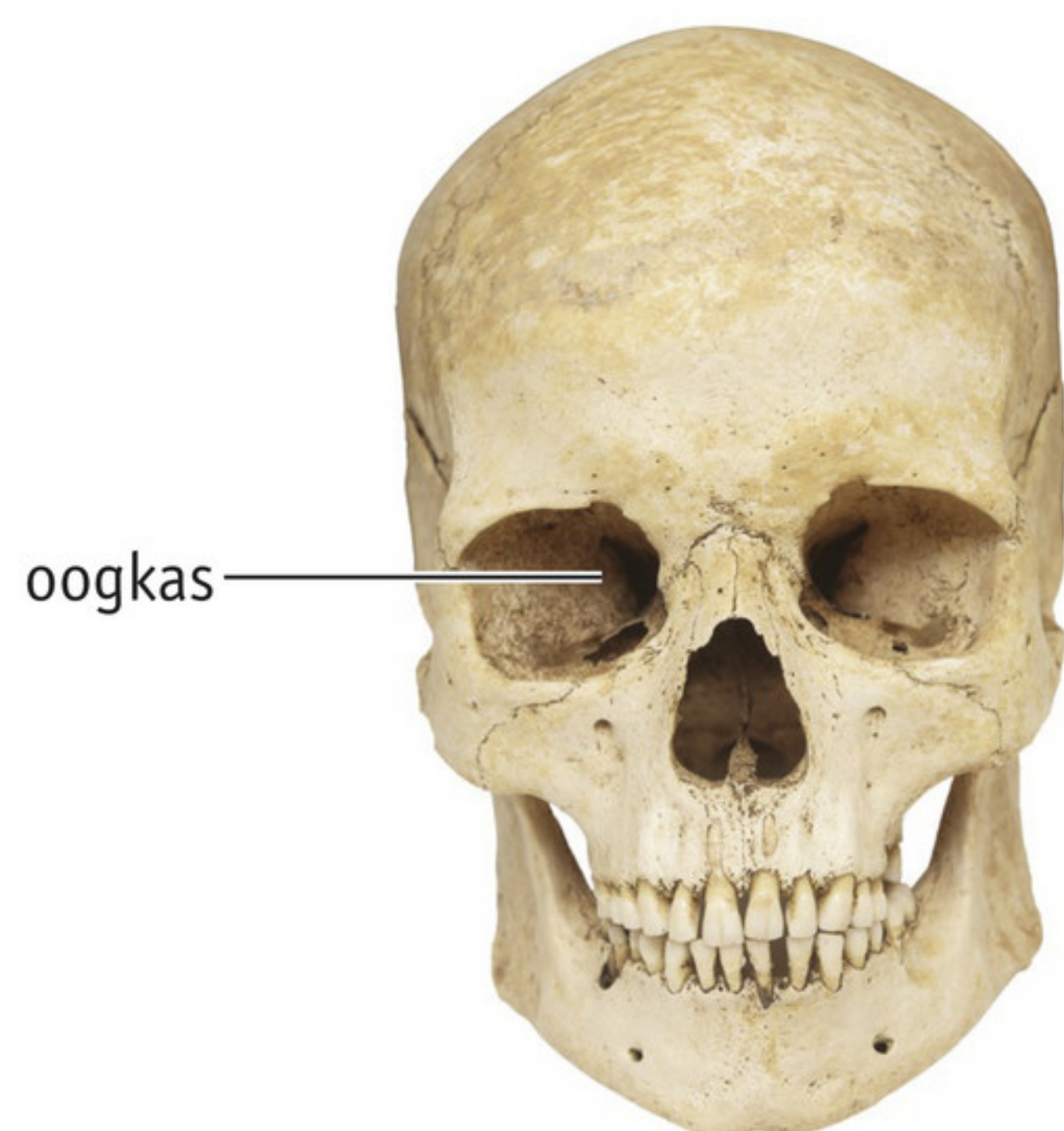
Aquariumvissen hebben ook een zijlijnorgaan. Vissen die zwemmen, veroorzaken trillingen in het water. Die trillingen weerkaatsen tegen de ruit en worden opgevangen door het zijlijnorgaan. Vandaar dat een vis ook in een donker aquarium nooit tegen de ruit zwemt.



3 De ogen

Elke dag knipper je gemiddeld tienduizend keer met je ogen. Sommige mensen knipperen vaker met hun ogen bij stress en als ze geëmotioneerd zijn. Hoe spannender, hoe vaker iemand met zijn ogen knippert. Daarom knippert iemand die verliefd is vaker met zijn ogen.

▼ Afb. 11 Oogkassen.

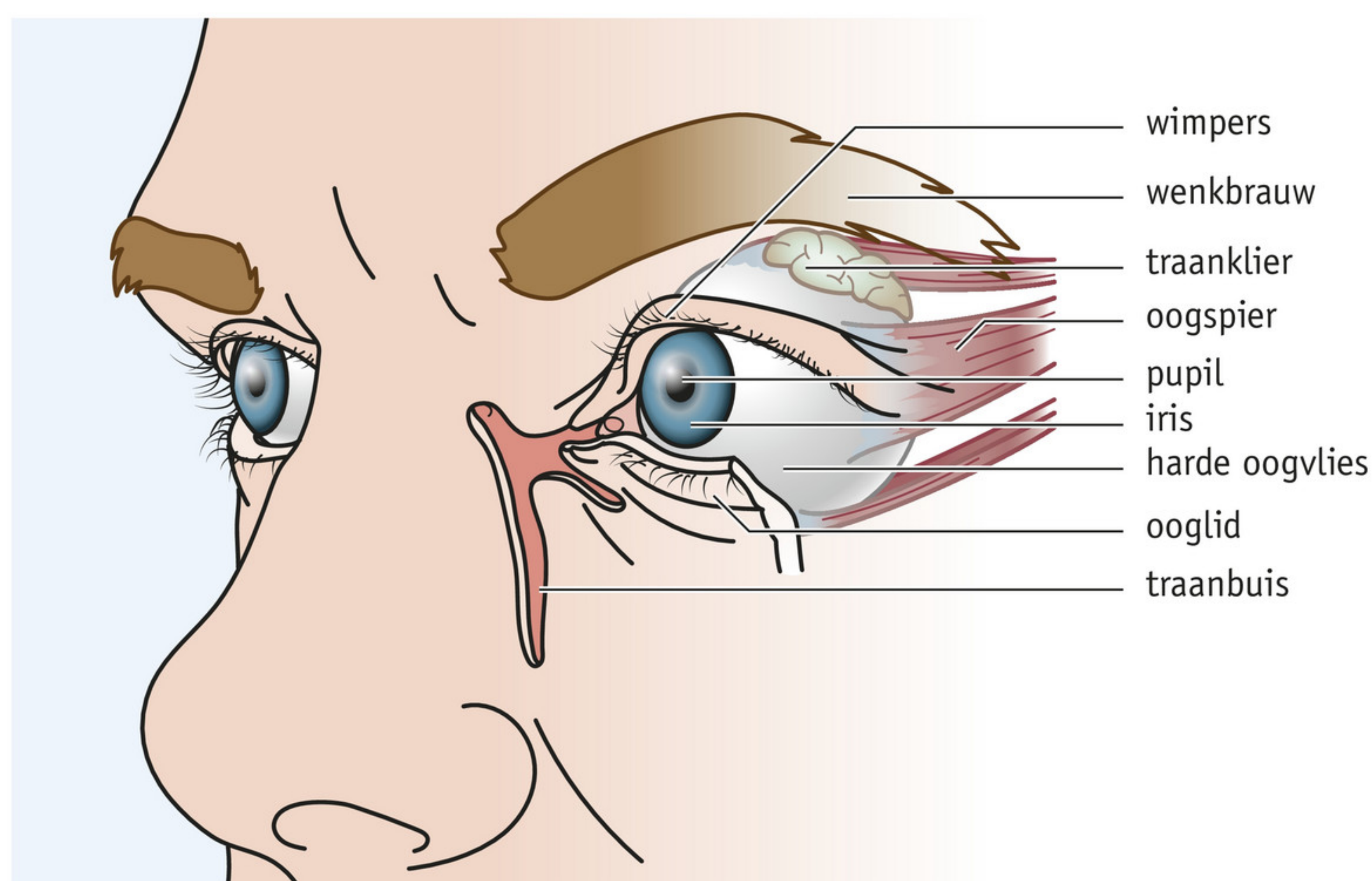


UITWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

De **gezichtszintuigen** bevinden zich in je ogen. De oogkassen beschermen je ogen (zie afbeelding 11). In de oogkassen zitten verschillende **oogspieren** aan het oog vast (zie afbeelding 12). Met de oogspieren kun je de ogen in allerlei richtingen draaien. Tussen het oog, de oogkas en de oogspieren zit vetweefsel.

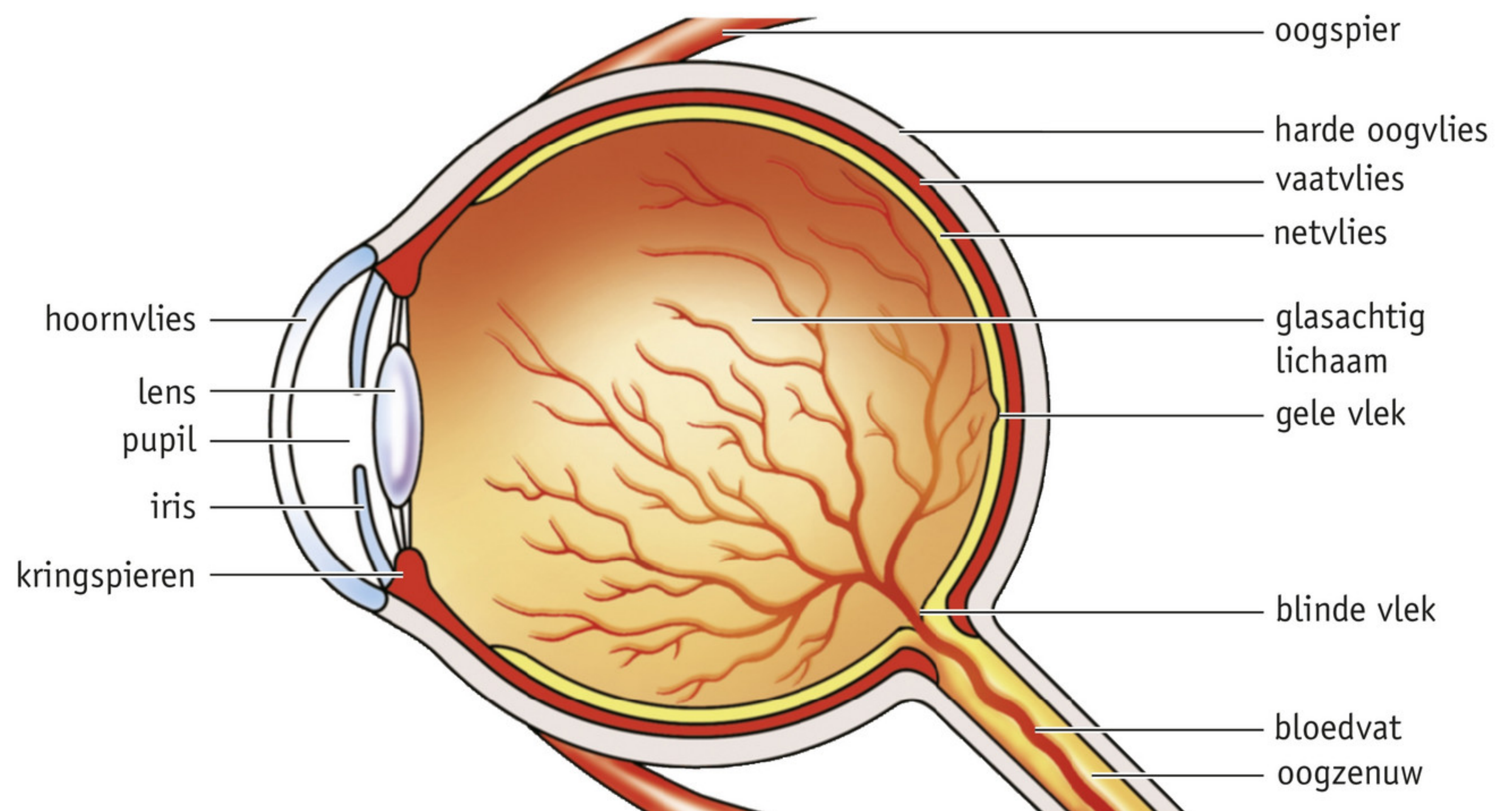
Dankzij de **wenkbrauwen** lopen zweetdruppels of ander vocht langs je ogen en niet erin. Je **wimpers** beschermen je ogen tegen vuil en te fel licht. Het witte gedeelte van je oog is het **harde oogvlies**. Het is een stevig, dik vlies dat het oog beschermt. Het gekleurde gedeelte van een oog heet **iris**. Omdat er veel verschillende kleuren in de iris kunnen voorkomen, wordt het ook wel het **regenboogvlies** genoemd. In de iris zit een opening: de **pupil**. De pupil zie je als een zwarte ronde vlek. Over de iris en de pupil heen ligt het **hoornvlies** (zie afbeelding 13).

► Afb. 12 Een oog.



Je **traanklieren** maken **traanvocht**. Als je knippert, verspreiden de oogleden het traanvocht over je ogen. Het vocht beschermt je hoornvlies tegen uitdroging en maakt het hoornvlies schoon. Kleine stofjes of prikkelende stoffen spoelen weg. Dat merk je bijvoorbeeld als je een ui schoonmaakt. In je ooghoeken zitten twee kleine openingen. Hierdoor komt het traanvocht terecht in de **traanbuizen**. Via deze traanbuizen komt het traanvocht in je neusholte.

► **Afb. 13** Doorsnede van een oog (schematisch).



INWENDIGE BOUW VAN DE OGEN

In afbeelding 13 zie je een schematische doorsnede van een oog. De wand van je oog bestaat uit drie lagen. Het harde oogvlies is de buitenste laag. Aan de voorkant van het oog gaat het harde oogvlies over in het hoornvlies. Het hoornvlies is doorzichtig, waardoor licht je oog binnen kan vallen.

De middelste laag noem je het **vaatvlies**, omdat er veel bloedvaten in voorkomen. Via deze bloedvaten krijgt het oog voeding en zuurstof. Aan de voorkant gaat het vaatvlies over in de iris (regenboogvlies). Door de opening in de iris (de pupil) komt het licht verder je oog binnen.

Achter de iris en de pupil bevindt zich de **lens**. Rondom de lens liggen **kringspieren**. Samen met het hoornvlies zorgen de kringspieren en de lens ervoor dat je scherp ziet.

De binnenste laag van de wand van een oog is het **netvlies**. In dit vlies liggen zintuigcellen die worden geprikkeld wanneer er licht op valt. De zintuigcellen geven dan impulsen af die via de **oogzenuw** naar de hersenen gaan.

In het centrum van het netvlies ligt de **gele vlek**. Met de zintuigcellen in de gele vlek kun je het scherpst zien. De plaats van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet de **blinde vlek**. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

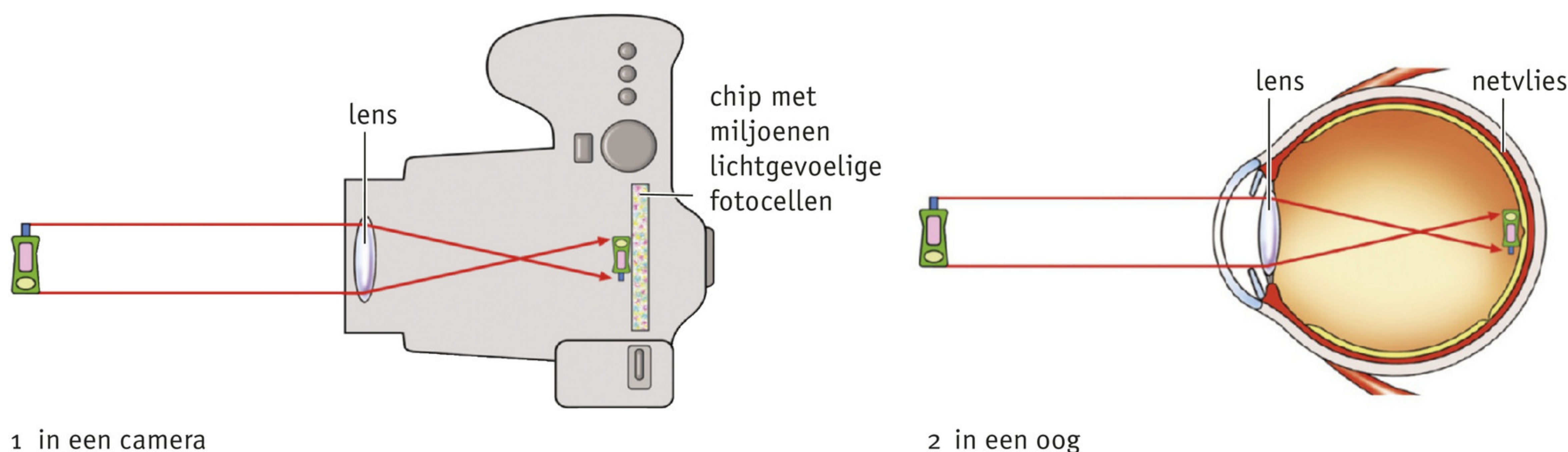
Een oog is voor het grootste deel gevuld met een geleachtige massa: het **glasachtig lichaam**. Het glasachtig lichaam helpt om het netvlies op zijn plaats te houden. Tussen het glasachtig lichaam en het netvlies liggen bloedvaten.

WB OPDRACHT 12 T/M 17 BLZ. 68

4 De iris en de ooglens

Het ene moment bekijk je foto's op je smartphone en het andere moment zie je een vliegtuig in de lucht. Om dit mogelijk te maken, passen je ogen zich voortdurend aan. Maar om goed te zien, heb je ook je hersenen nodig. Als je ergens naar kijkt, ontstaat een omgekeerd en verkleind beeld op je netvlies (zie afbeelding 14). Zintuigcellen in het netvlies geven impulsen af naar de gezichtscentra in de grote hersenen. Die gezichtscentra verwerken de impulsen en zorgen ervoor dat je het beeld rechtopstaand en op de juiste grootte ziet.

▼ **Afb. 14** Beeldvorming (schematisch).



PUPILREFLEX

Als je tegen fel licht inkijkt, kan het licht je zintuigcellen beschadigen. De bescherming door je wimpers tegen fel licht is dan niet meer voldoende. Je knijpt je ogen daarom ook bijna dicht bij fel licht. Hoeveel licht er in het oog komt, hangt ook af van de grootte van de pupil. De pupil kan groter en kleiner worden gemaakt door spiertjes in de iris.

De **kringspielen** lopen rondom de pupil (zie afbeelding 15.1). Als die samentrekken, wordt de pupil kleiner. Zo komt er niet te veel licht in het oog. De **straalsgewijs lopende spieren** lopen van de pupil naar de buitenrand van de iris (zie afbeelding 15.2). Als die samentrekken, wordt de pupil groter. Dan komt er meer licht in het oog.

Het samentrekken van de spieren in de iris is een voorbeeld van een reflex. Je noemt deze reflex de pupilreflex. Door de **pupilreflex** worden zintuigcellen in het netvlies beschermd tegen te veel licht.

▼ **Afb. 15** De pupilreflex.

WB PRACTICUM 6 BLZ. 84

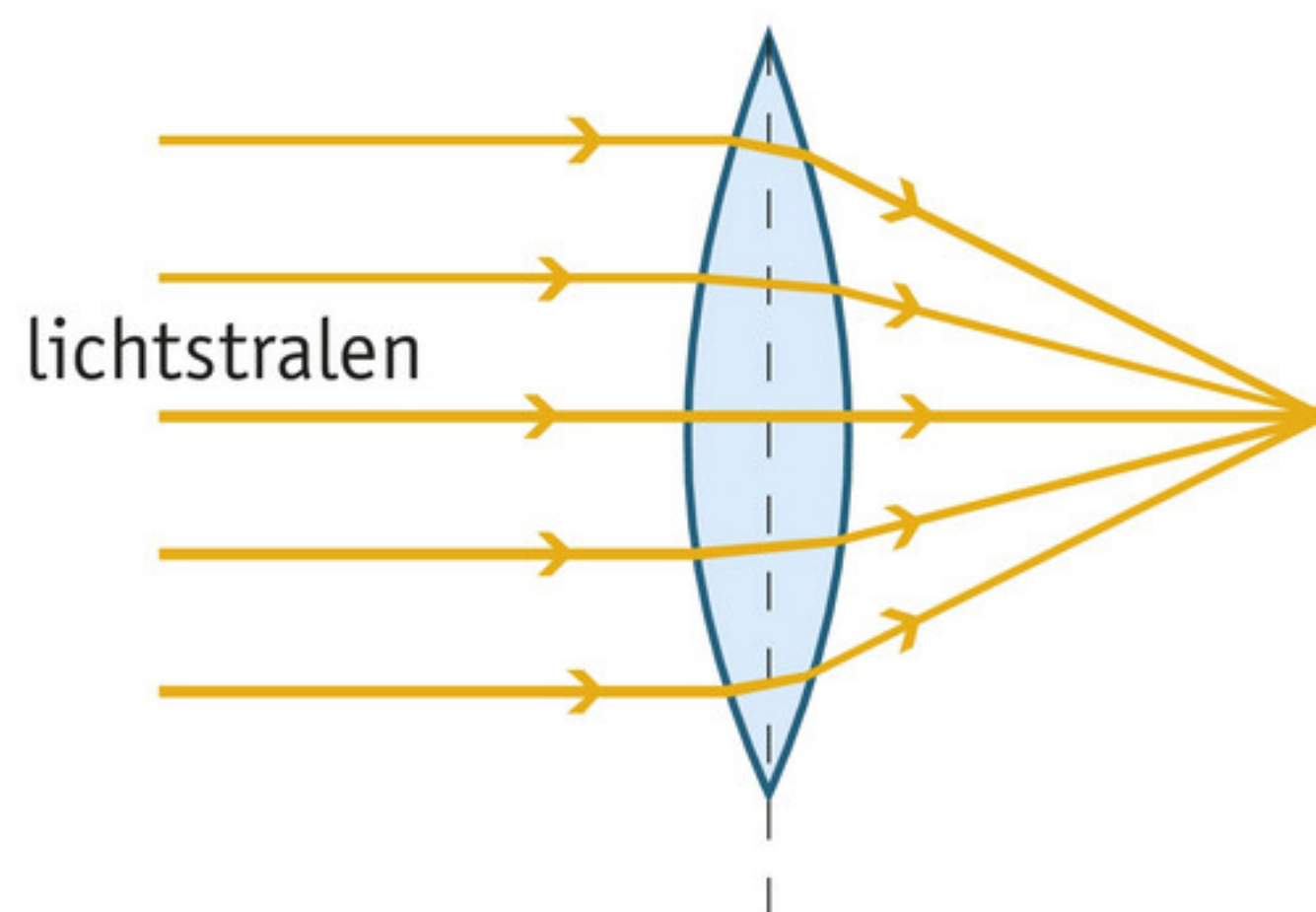


SCHERP ZIEN

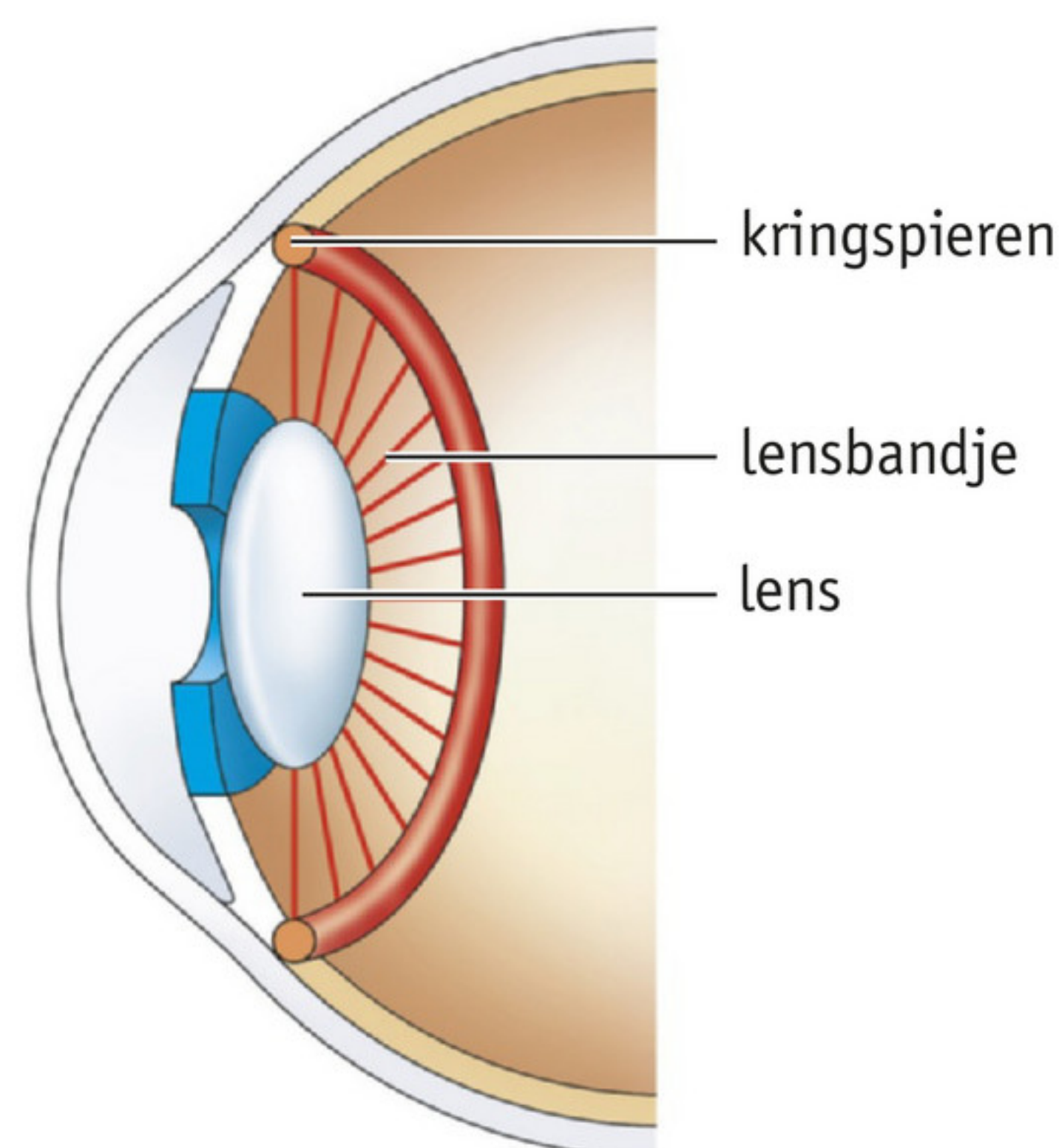
Lichtstralen die je ogen binnenvallen, worden gebroken: ze worden in een andere richting gebogen. De **lichtbreking** in een oog gebeurt vooral door het hoornvlies en door de ooglenzen. Je ooglenzen zijn bolle lenzen. **Bolle** of **positieve lenzen** buigen lichtstralen naar elkaar toe. In afbeelding 16 is de lichtbreking door een bolle lens getekend.

Een lens van glas, zoals een vergrootglas, heeft altijd dezelfde vorm. Maar de lens van je oog is elastisch en kan van vorm veranderen. De lens kan platter en boller worden. Rondom de lens bevinden zich kringsspieren. De lens hangt met behulp van **lensbandjes** in deze kringsspieren (zie afbeelding 17).

▼ **Afb. 16** Lichtbreking door een bolle lens.



▼ **Afb. 17** Rondom de ooglenzen liggen kringsspieren.

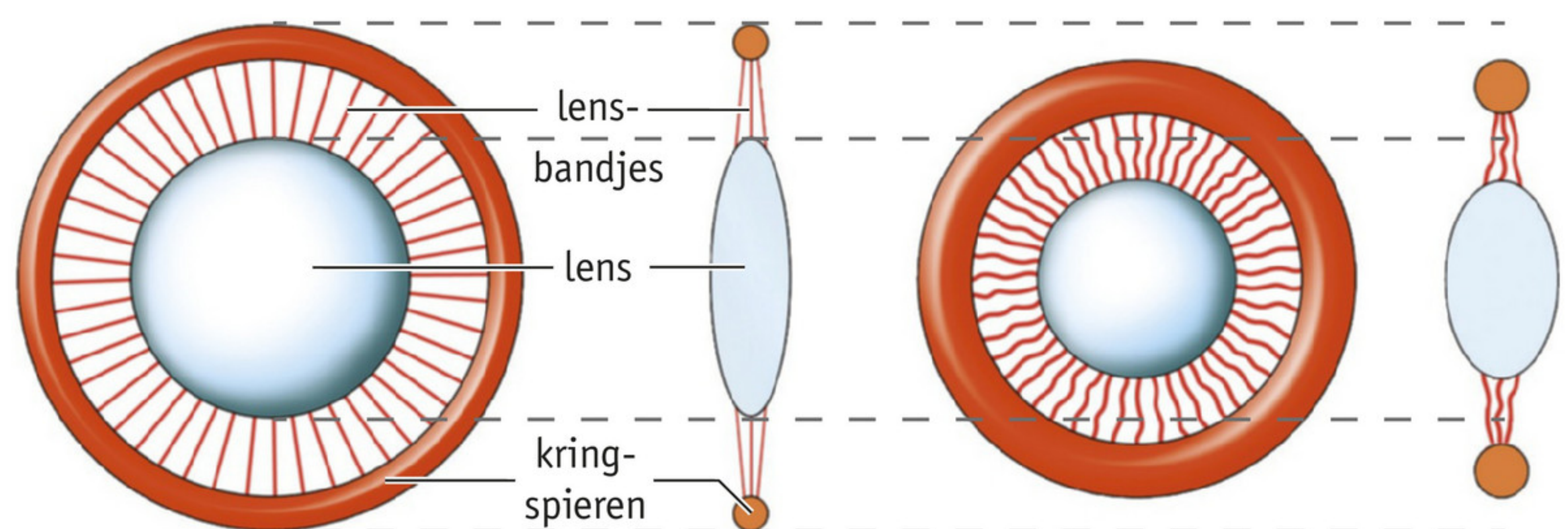


VERAF EN DICHTBIJ

Het glasachtig lichaam in de oogbol staat onder druk. Als de kringsspieren rond de lens zich ontspannen, zorgt de druk van het glasachtig lichaam ervoor dat de opening in de kringsspieren rond de lens groter wordt (zie afbeelding 18.1). De lensbandjes worden hierdoor strak gespannen en rekken de lens uit. De lens wordt dan minder bol zodat je dingen in de verte scherp kunt zien.

Als de kringsspieren samentrekken, wordt de opening waarin de lens hangt kleiner (zie afbeelding 18.2). De lensbandjes verslappen. De lens wordt daardoor minder 'uitgerekt' en zal door de elasticiteit boller worden. Een bolle lens buigt de lichtstralen sterker af. Dat is nodig om een voorwerp dat dichtbij is (minder dan ongeveer 5 m) scherp te kunnen zien.

► **Afb. 18** Boller en platter worden van de ooglenzen.



1 platte ooglenzen

2 bolle ooglenzen

ACCOMMODEREN

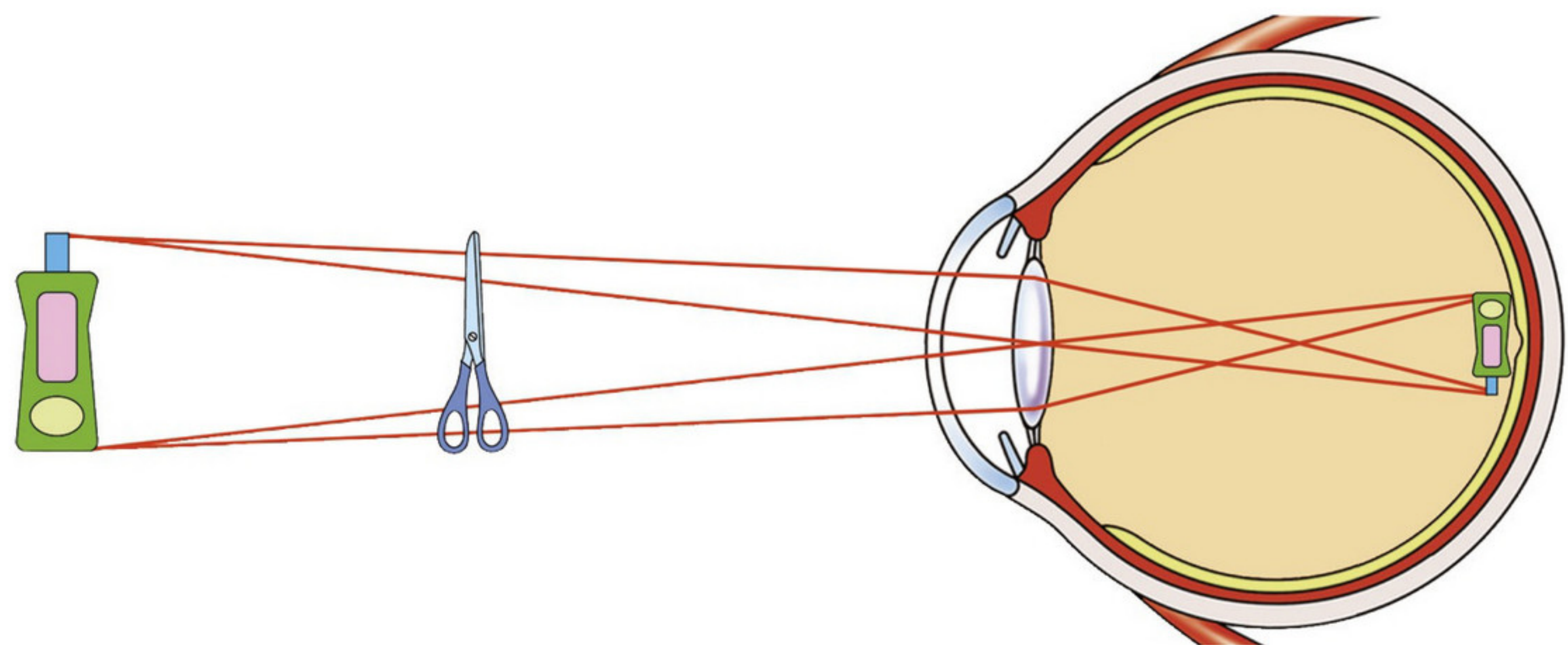
Zonder dat je het merkt, wordt de sterkte van je ooglenzen voortdurend aangepast. Daardoor kun je op elke afstand goed zien. Het aanpassen van de sterkte van de ooglenzen noemen we **accommoderen** (zie afbeelding 19). De lens zorgt voor een omgekeerd, verkleind beeld. Door het accommoderen wordt bij elke afstand een scherp beeld gevormd.

De ooglenzen van oudere mensen zijn minder elastisch, waardoor ze minder goed bol kunnen worden. Oudere mensen hebben daarom vaak een bril nodig om te kunnen lezen.

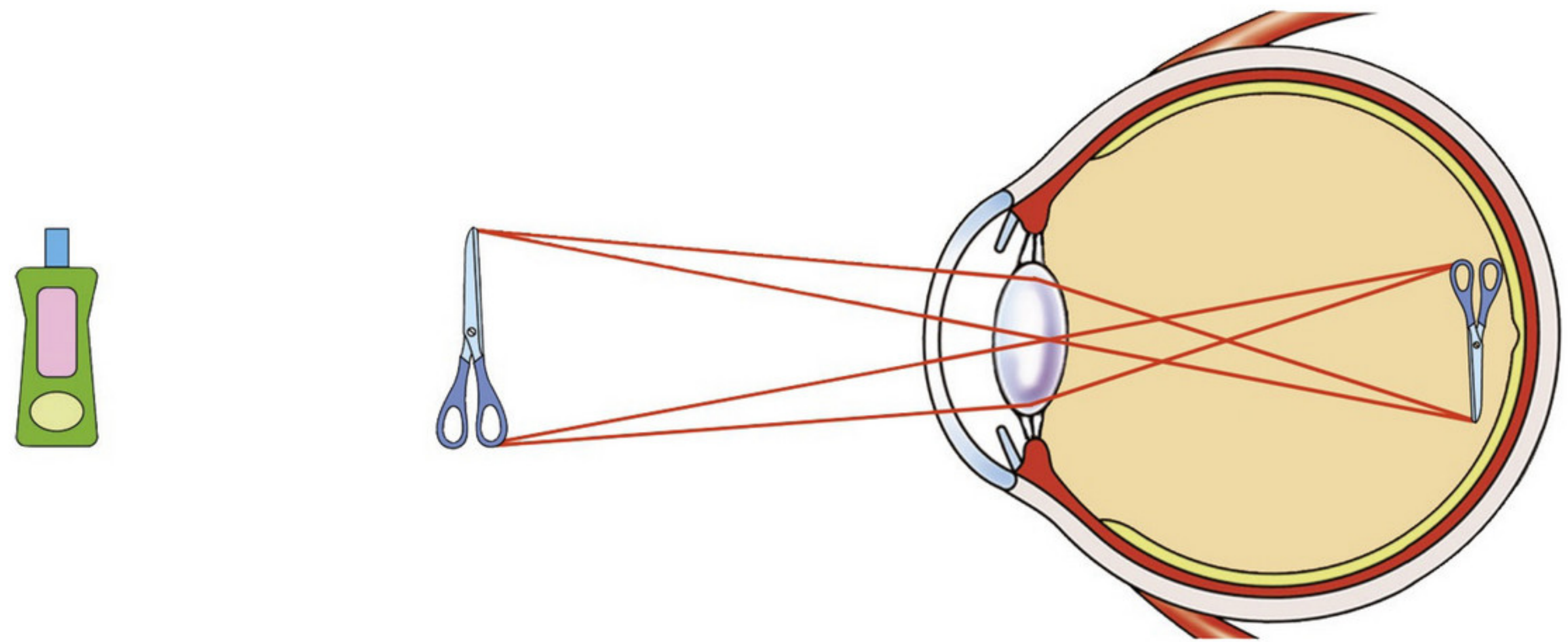
WB PRACTICUM 7 BLZ. 85

WB OPDRACHT 18 T/M 25 BLZ. 71

► **Afb. 19** Accommoderen.



1 bij het zien in de verte zijn de ogen in rusttoestand



2 bij het zien van dichtbij zijn de ogen geaccommodeerd

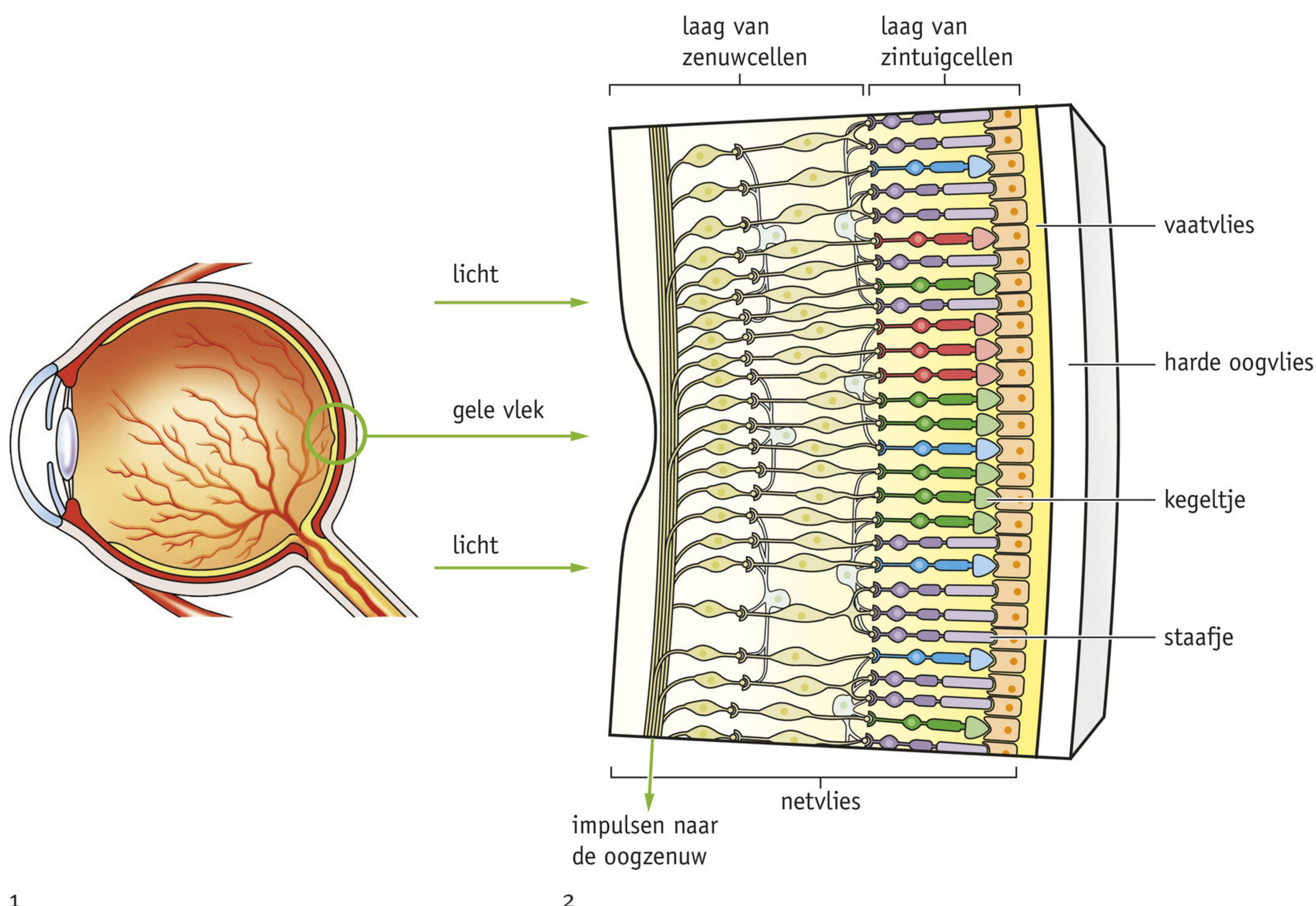
5 Het netvlies

Overdag kun je mensen en voorwerpen in je omgeving goed zien. Alle kleuren en details zijn duidelijk. In het donker zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Dit heeft te maken met de bouw en werking van het netvlies.

NETVLIES

Via het hoornvlies, de ooglenzen en het glasachtig lichaam gaat het licht naar het netvlies. In het netvlies liggen zintuigcellen die door het licht worden geprikkeld. Als gevolg daarvan geven de zintuigcellen impulsen af die door de oogzenuwen naar de hersenen gaan. In afbeelding 20.1 is een doorsnede van een oog getekend, met netvlies, vaatvlies en harde oogvlies. In afbeelding 20.2 is een vergroting van het netvlies getekend bij de gele vlek. Het netvlies bestaat uit twee lagen: een laag zintuigcellen en een laag zenuwcellen.

▼ **Afb. 20** De bouw van het netvlies (schematisch).



ZINTUIGCELLEN

In de laag zintuigcellen liggen twee soorten zintuigcellen: kegeltjes en staafjes. **Kegeltjes** werken als er veel licht is. Met de kegeltjes zie je kleuren. Een kegeltje reageert op rood, groen of blauw licht. Andere kleuren zie je als de verschillende kegeltjes samenwerken. Met de kegeltjes zie je details (zie afbeelding 21.1). Lezen en tv-kijken doe je met de kegeltjes. De meeste kegeltjes liggen in de gele vlek en de directe omgeving daarvan. Daarom zie je met dit deel van het netvlies het scherpst. Wanneer je naar een voorwerp kijkt, richt je je ogen zó dat het beeld van dat voorwerp precies op de gele vlek wordt gevormd.

Staafjes werken ook goed als er weinig licht is. Daardoor kun je met de staafjes in de schemering voorwerpen waarnemen (zie afbeelding 21.2). Met de staafjes zie je alleen contrasten in grijs en zwart-wit. Met de staafjes zie je geen details en kun je niet lezen of tv-kijken. De staafjes liggen verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek.

▼ **Afb. 21** Waarnemen met kegeltjes en staafjes.

WB PRACTICUM 8 EN 9 BLZ. 86



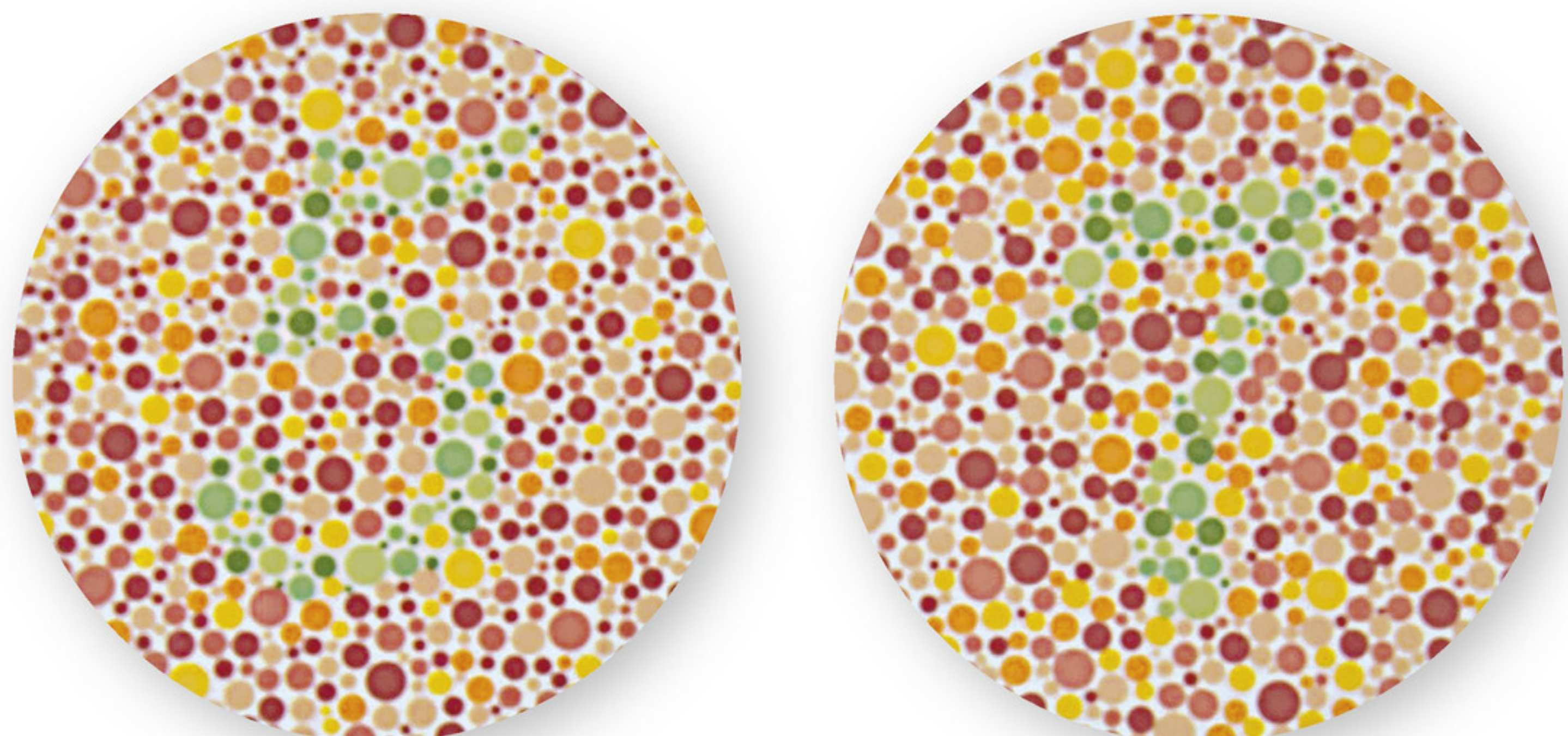
1 kegeltjes hebben veel licht nodig, waardoor je alleen bij voldoende licht kleuren ziet



2 dankzij de staafjes kun je ook bij weinig licht zien, maar alleen in grijs en zwart-wit

Bij iemand die **kleurenblind** is, werken bepaalde kegeltjes niet goed. De meest voorkomende vorm is roodgroenkleurenblindheid. Hierbij ziet iemand geen verschil tussen de kleuren rood en groen. Met de test uit afbeelding 22 is deze vorm van kleurenblindheid aan te tonen.

► **Afb. 22** Iemand die roodgroenkleurenblind is, ziet hier geen getallen.



De **laag van zenuwcellen** ligt tegen het glasachtig lichaam aan. De zenuwcellen geleiden de impulsen die in de staafjes en kegeltjes ontstaan naar de hersenen. Uitlopers van de zenuwcellen verlaten het oog via de oogzenuw. Bij de blinde vlek gaan de uitlopers door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies heen. Het netvlies is op deze plaats onderbroken. In de blinde vlek liggen geen zintuigcellen.

WB OPDRACHT 26 T/M 31 BLZ. 75

▼ Afb. 23

Hondenogen

Lekker met je hond naar buiten! En natuurlijk neem je dan een bal mee. Bijvoorbeeld een rode, want die valt goed op in het gras. Maar dat geldt vooral voor de baas van de hond. Voor de hond ziet dat er heel anders uit. Honden hebben maar twee soorten kegeltjes. Daardoor

ziet een hond minder kleuren dan een mens. Honden zijn vooral roodgroenkleurenblind. De kleur van de bal is voor een hond niet zo belangrijk. Een hond let vooral op beweging en geur. Daardoor kan een hond de bal snel terugvinden.



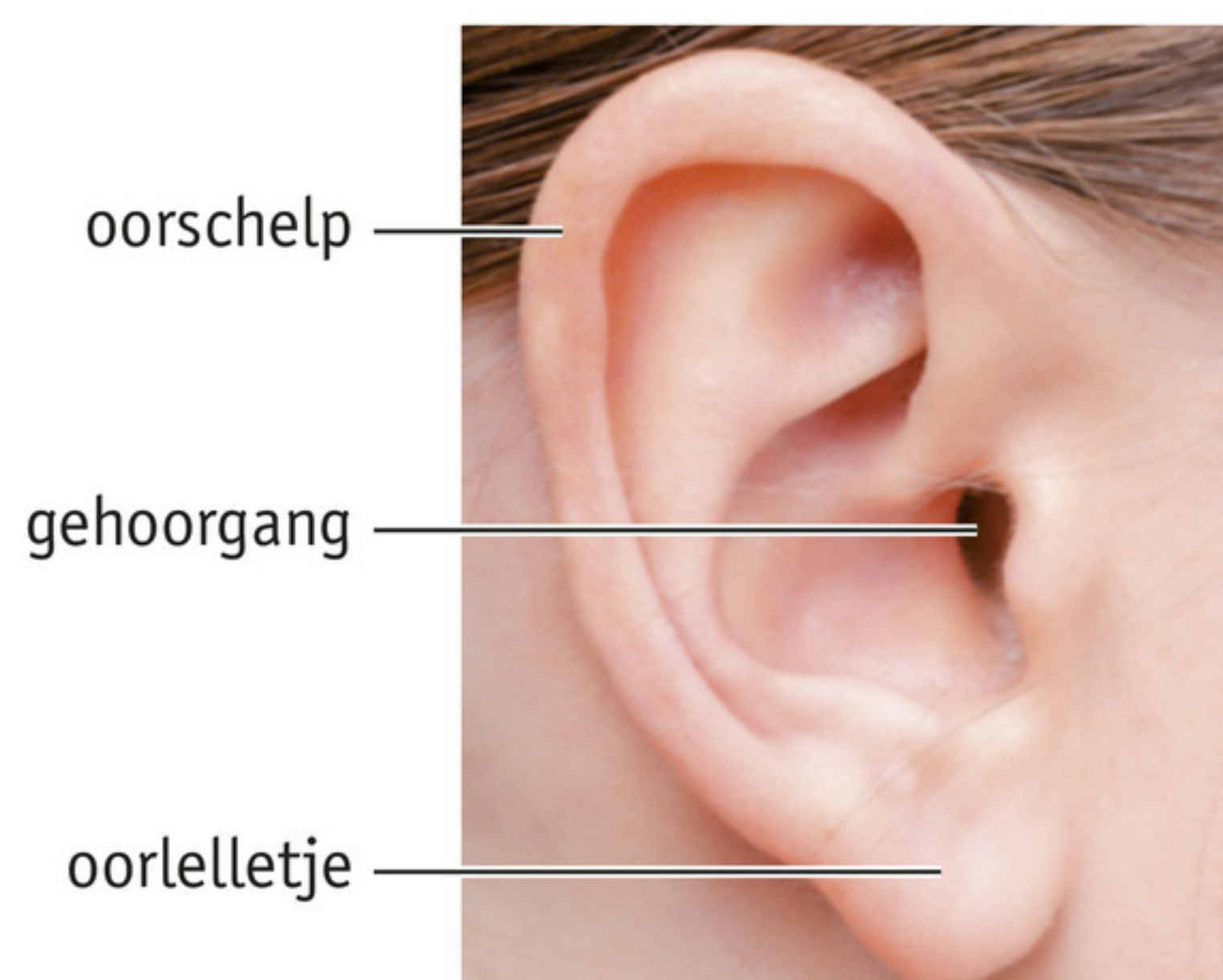
mens



hond

6 De oren

▼ **Afb. 24** Oorschelp.



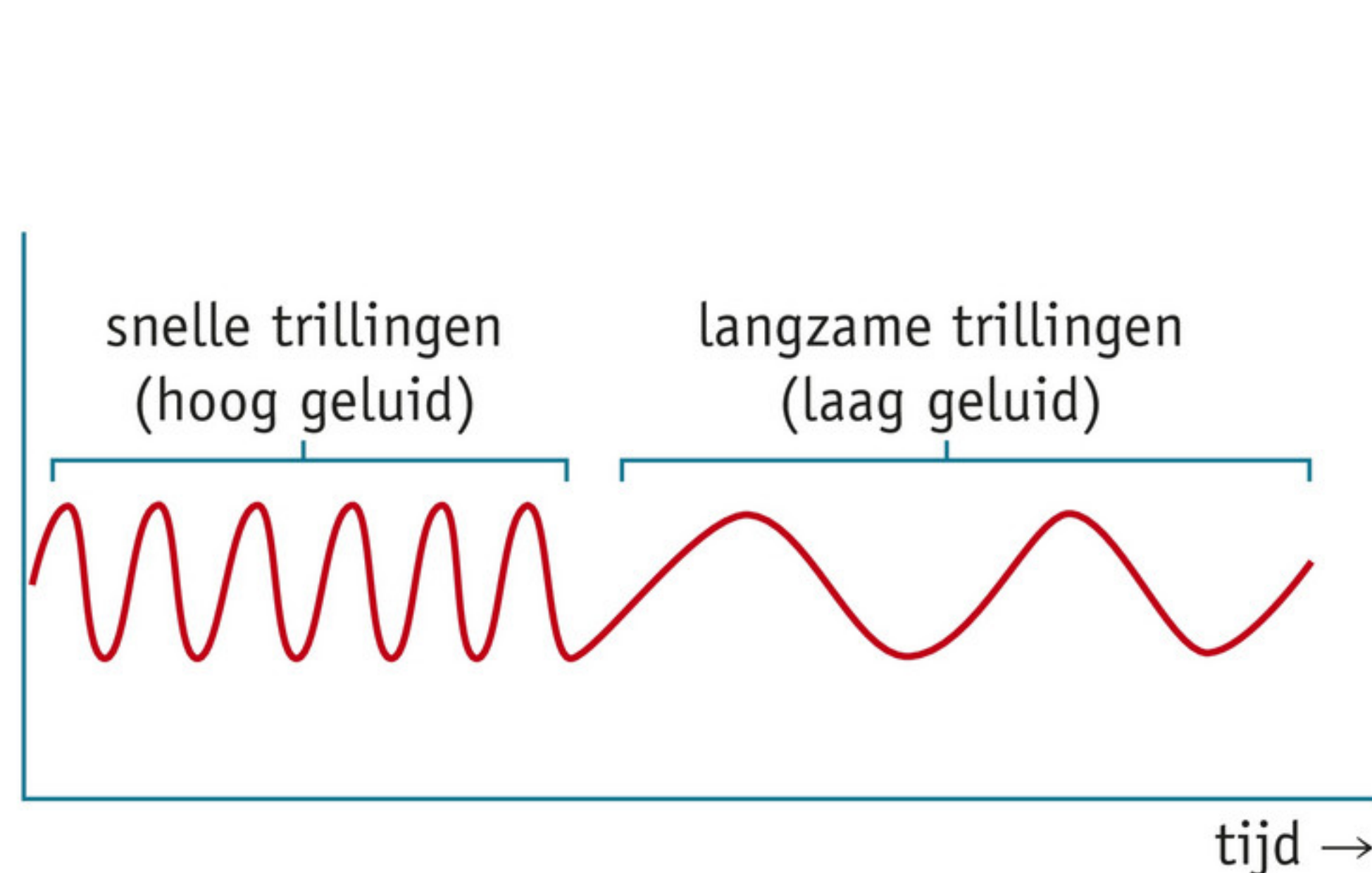
Bij een film zijn beeld én geluid belangrijk. Een griezelfilm zonder geluid is lang zo eng niet. Geluid kan dus veel informatie geven.

Met je gehoorzintuigen neem je geluid waar. Die gehoorzintuigen liggen in je oren. Met je oren bedoel je normaal gesproken alleen de oorschelpen (zie afbeelding 24). In werkelijkheid ligt het belangrijkste deel van de gehoororganen in de schedel.

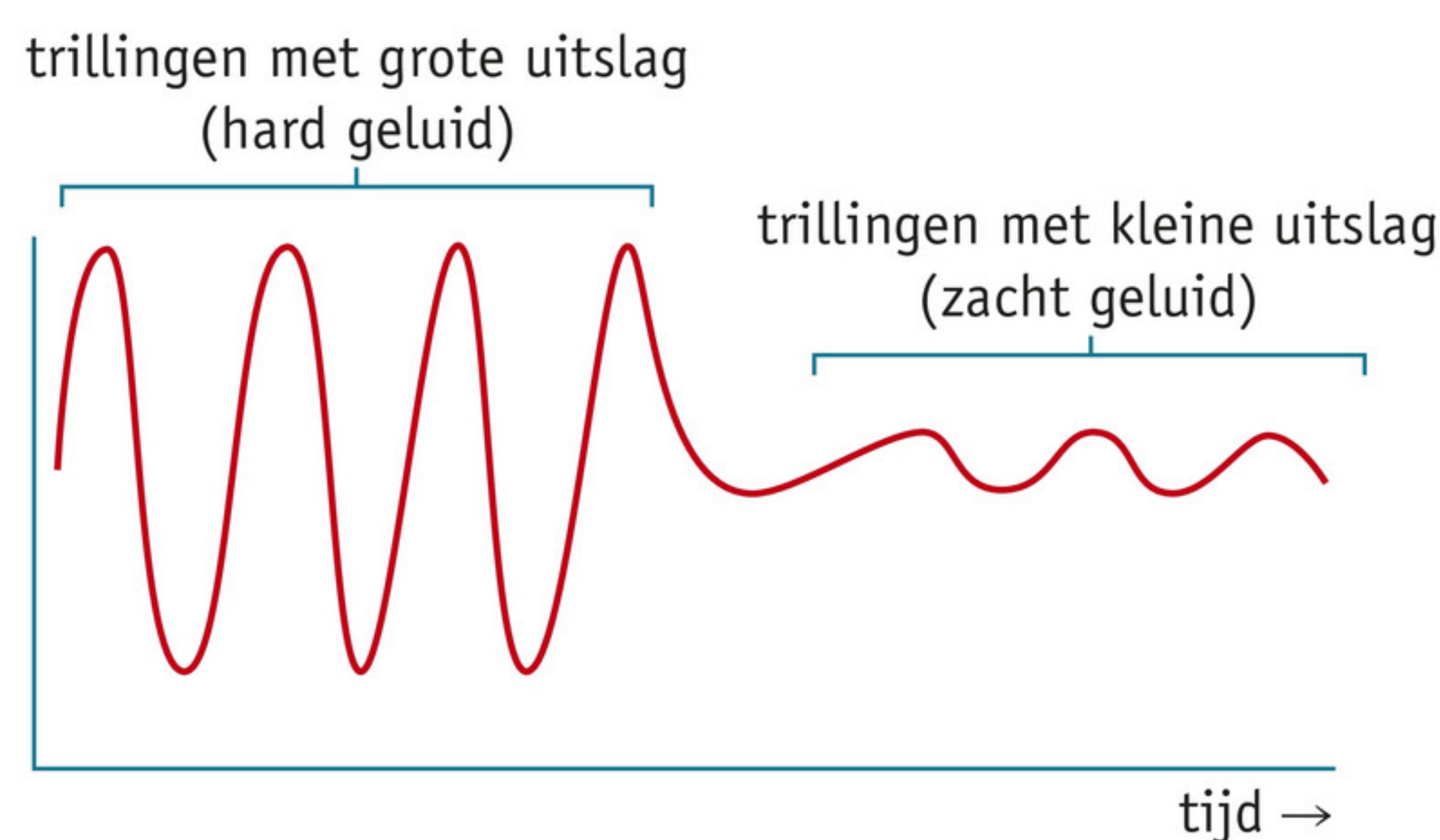
GELUIDEN

Geluiden zijn trillingen van de lucht. Als je een radio aanzet, gaan onderdelen van de luidspreker trillen. Daardoor gaan luchtdeeltjes in de omgeving van de luidspreker trillen. Die trillende luchtdeeltjes duwen tegen andere luchtdeeltjes aan en zo worden de trillingen in alle richtingen doorgegeven. Als de lucht snel trilt, is het geluid hoog. Als de lucht langzaam trilt, is het geluid laag (zie afbeelding 25.1). Als de trillingen een grote uitslag hebben, is het geluid hard. En als de trillingen een kleine uitslag hebben, is het geluid zacht (zie afbeelding 25.2).

▼ **Afb. 25** Geluiden zijn trillingen van de lucht.



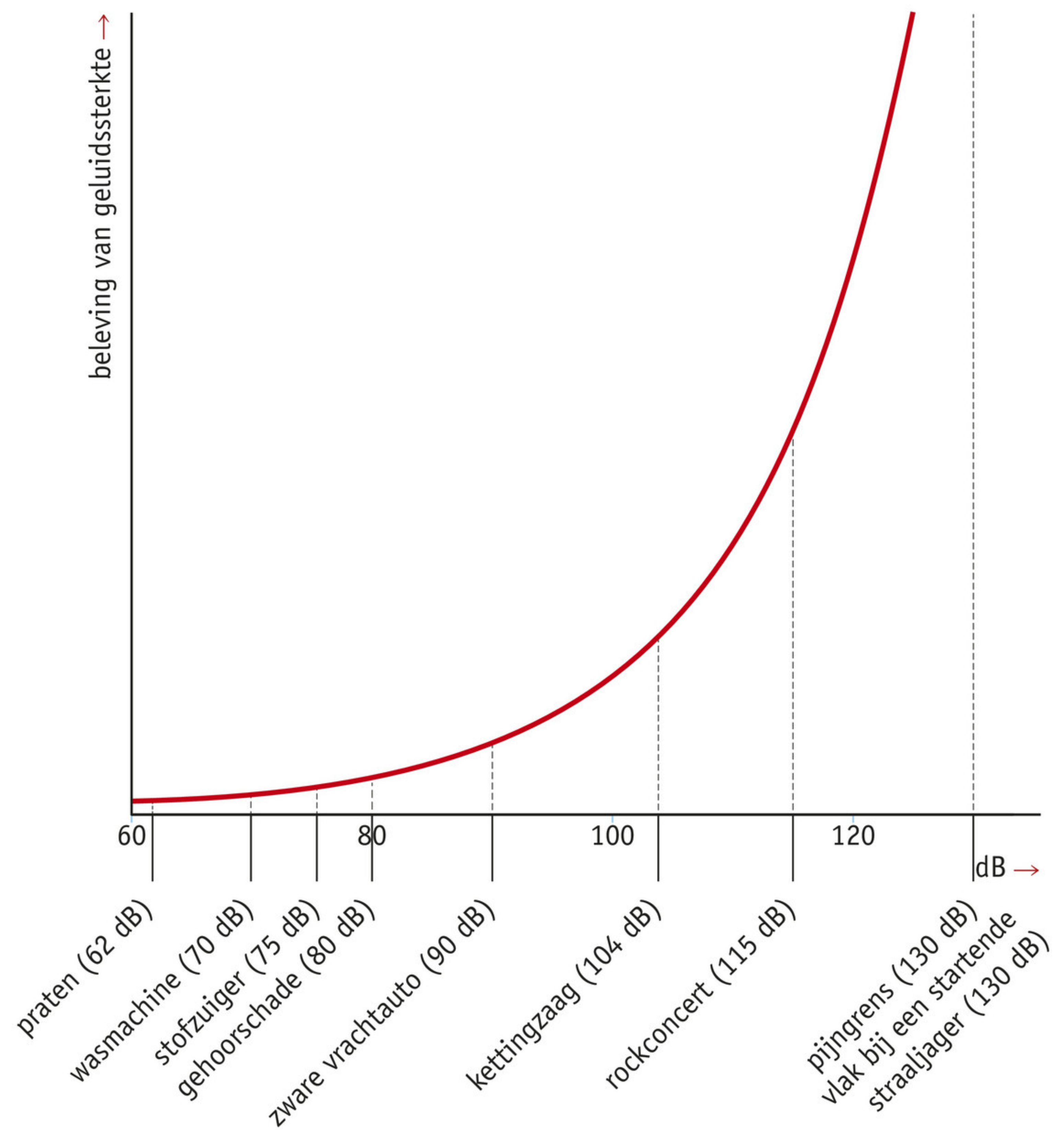
1



2

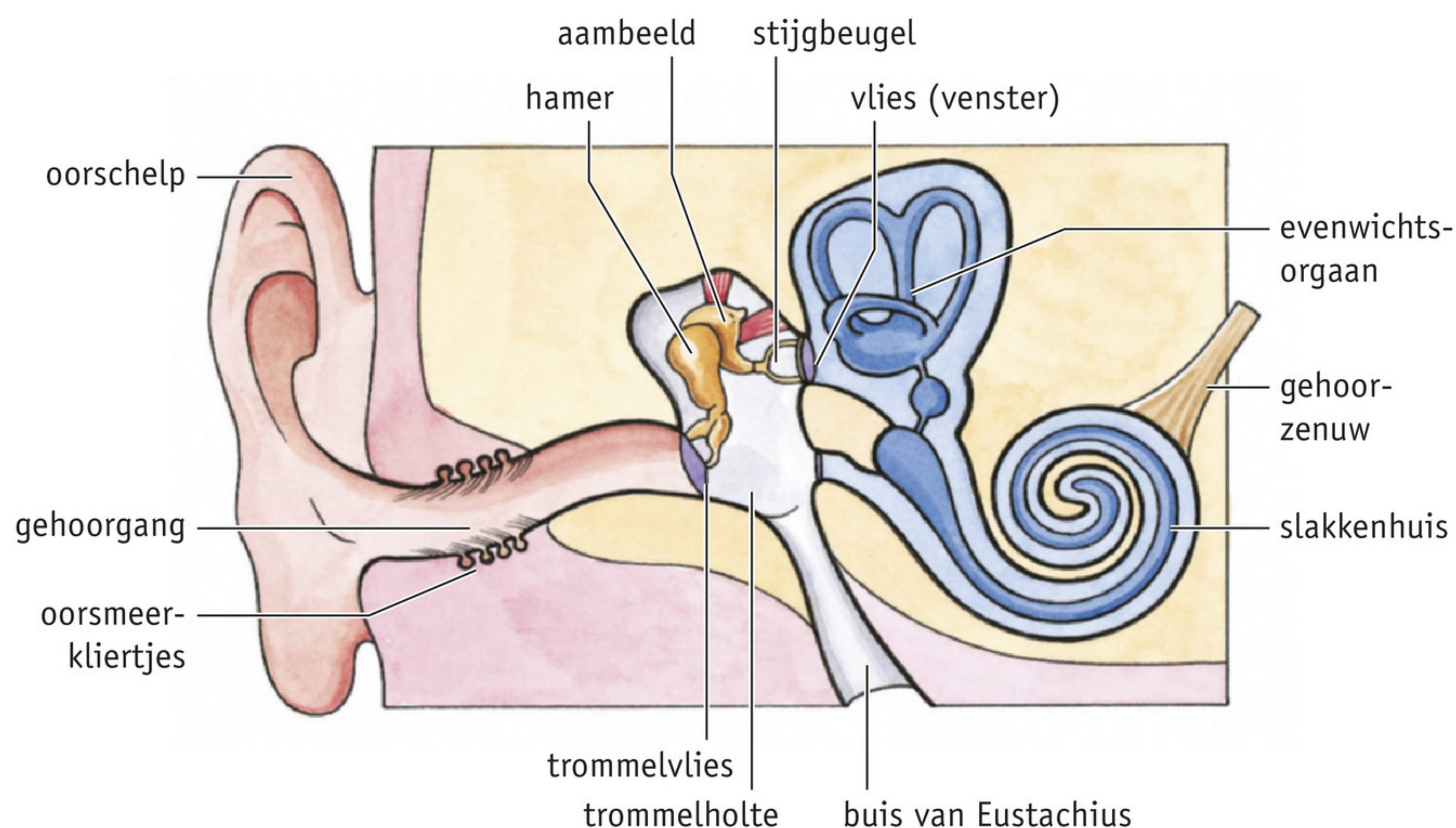
Een geluid dat steeds hoger wordt, hoor je vanaf een bepaalde hoogte niet meer. Welke toonhoogten je nog hoort, hangt onder andere af van je leeftijd. Als je ouder wordt, kun je steeds minder goed hoge tonen horen.

De sterkte (het volume) van het geluid wordt aangegeven in decibel (dB). Een verhoging van de geluidssterkte met 10 dB betekent dat het geluid 10× zo sterk wordt. Bij een toename van 20 dB wordt het geluid dus 100× zo sterk. In afbeelding 26 is een grafiek van geluidssterkten weergegeven. Geluiden vanaf 80 dB kunnen leiden tot gehoorbeschadiging. Geluiden vanaf 130 dB zorgen voor hevige oorpijn.

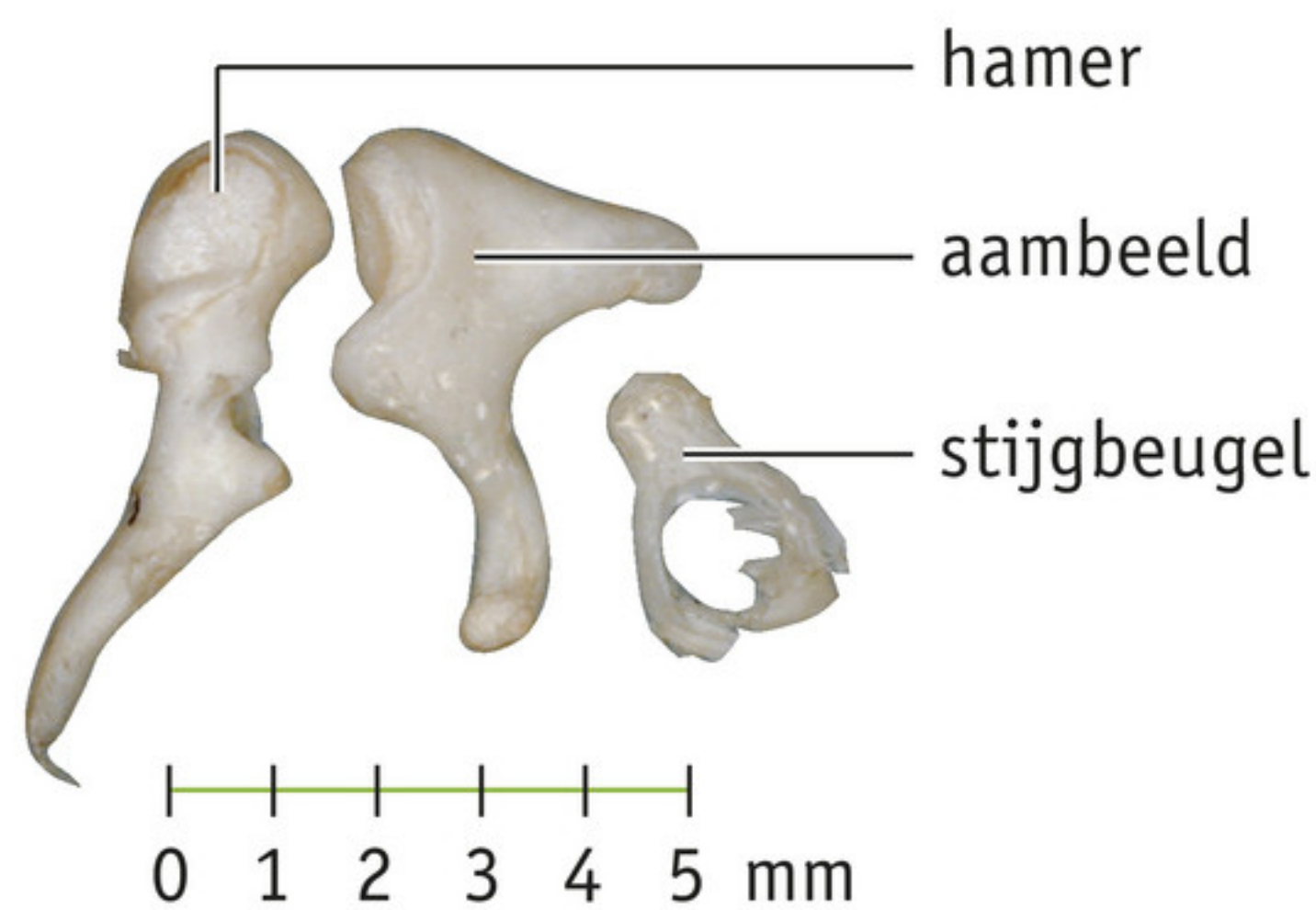
► **Afb. 26** Geluidssterkten.

BOUW EN WERKING VAN DE OREN

In afbeelding 27 zie je een schematische doorsnede van een oor. In een oor liggen een **gehoorzintuig** en een **evenwichtsorgaan**. De **oorschelp** vangt geluidstrillingen op. Via de **gehoorgang** komen de geluidstrillingen bij het **trommelvlies**. Daardoor gaat het trommelvlies trillen.

▼ **Afb. 27** Doorsnede van een oor (schematisch).

▼ **Afb. 28** De gehoorbeentjes.
De beentjes zijn samen slechts enkele millimeters groot.

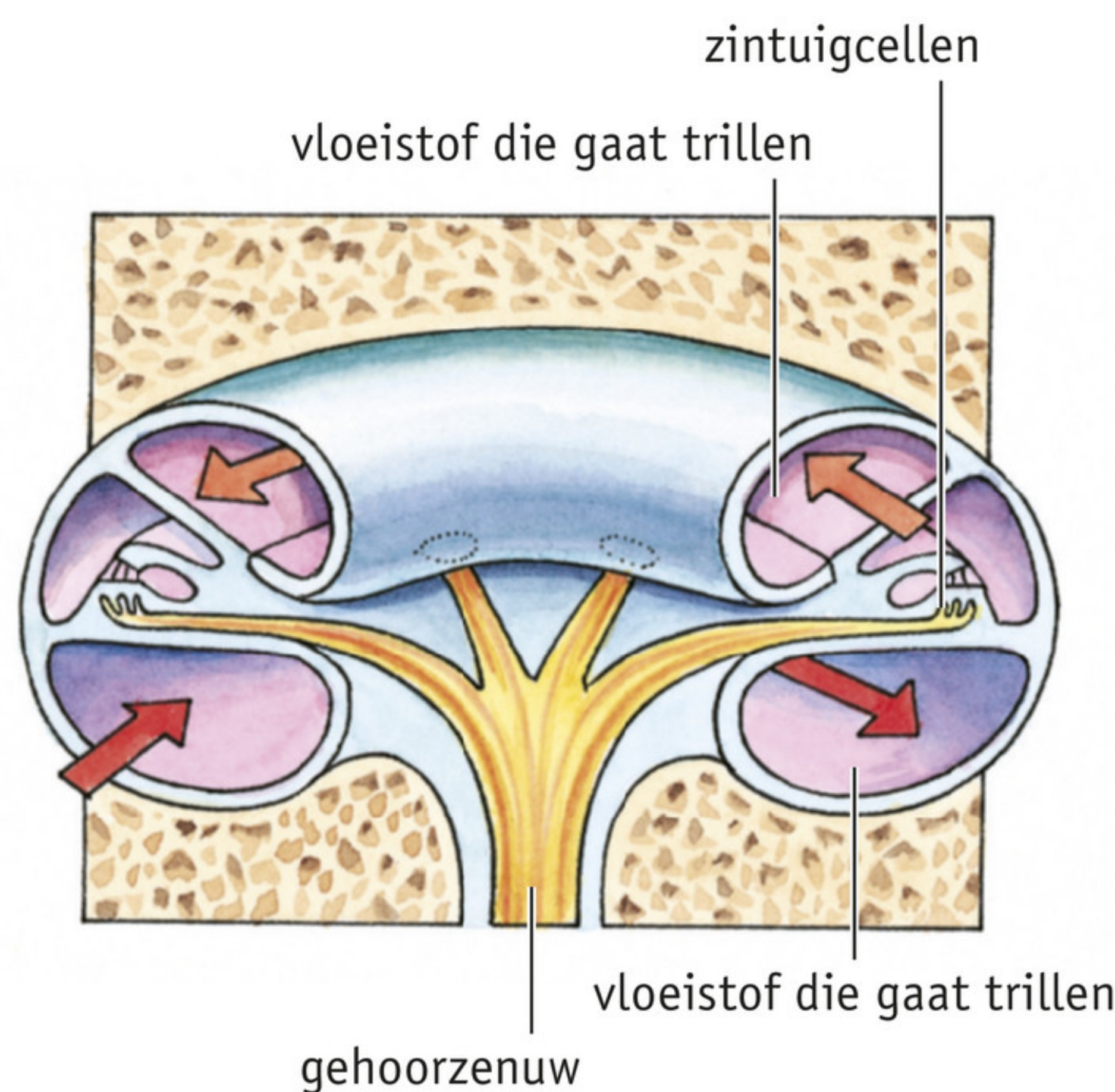


Achter het trommelvlies ligt de **trommelholte (middenoor)**. Hierin liggen de drie **gehoorbeentjes**: **hamer**, **aambeeld** en **stijgbeugel** (zie afbeelding 28). De hamer zit vast aan het trommelvlies, de stijgbeugel ligt tegen het **venster**. Dit is een vlies in het **slakkenhuis**. De gehoorbeentjes geven de trilling van het trommelvlies door aan het venster.

Het slakkenhuis bestaat uit drie kanalen die als een spiraal zijn opgerold. In deze kanalen zit een vloeistof. Een van deze kanalen begint bij het venster. Als de gehoorbeentjes het vlies in trilling brengen, gaat de vloeistof in de kanalen van het slakkenhuis trillen.

In het middelste kanaal liggen zintuigcellen (zie afbeelding 29). Deze hebben haartjes die met de vloeistof mee kunnen trillen. Als de haartjes bewegen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen. De **gehoorzenuw** geeft deze impulsen door aan de hersenen.

▼ **Afb. 29** Kanalen in het slakkenhuis (doorsnede, schematisch).



Ook het evenwichtsorgaan bestaat uit drie kanalen. Deze kanalen staan loodrecht op elkaar en bevatten vloeistof. Als je je hoofd beweegt, gaat de vloeistof in de kanalen lopen. Hierdoor buigen haartjes van de evenwichtszintuigen om en worden impulsen naar de hersenen gestuurd. Zo kun je je evenwicht bewaren als je bijvoorbeeld beweegt of op één been staat.

Het trommelvlies moet soepel blijven. Dit gebeurt met **oorsmeer** dat wordt gemaakt door **oorsmeerkliertjes** in de gehoorgang.

De trommelholte is door de **buis van Eustachius** verbonden met de keelholte. De wanden van de buis van Eustachius liggen gewoonlijk tegen elkaar aangedrukt. Bij bepaalde bewegingen (slikken, gapen) gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor gaat er lucht vanuit de keelholte naar de trommelholte, of omgekeerd. Zo blijft de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk. Dit is nodig om het trommelvlies goed te kunnen laten trillen.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt de werking van zintuigen beschrijven. Je kunt aangeven waar de gezichtszintuigen, gehoorzintuigen en evenwichtszintuigen liggen en wat de adequate prikkels zijn.

- Een zintuig is een orgaan dat reageert op prikkels.
- In zintuigen ontstaan onder invloed van prikkels impulsen.
 - Drempelwaarde: de zwakste prikkel die een impuls veroorzaakt.
- Adequate prikkel: het type prikkel waar een zintuigcel speciaal gevoelig voor is.
 - Voor deze prikkel heeft de zintuigcel een lage drempelwaarde.
- De drempelwaarde is niet altijd even hoog.
 - Gewenning: wanneer een prikkel enige tijd aanhoudt, ontstaan in de zintuigcellen minder impulsen.
 - De motivatie beïnvloedt de drempelwaarde.
 - Je hersenen kunnen je waarnemingen beïnvloeden.

Zintuigen	Ligging	Adequate prikkel
Gezichtszintuigen	in de ogen	licht
Gehoorzintuigen	in de oren	geluid
Evenwichtszintuigen	in de oren	zwaartekracht

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt de werking van de zintuigen in je huid, de reukzintuigen en de smaakzintuigen beschrijven. Je kunt aangeven waar ze liggen en wat de adequate prikkels zijn.

Zintuigen	Ligging	Adequate prikkel
Tastzintuig	in de huid	lichte aanraking
Drukzintuig	in de huid	druk
Koudezintuig	in de huid	temperaturen lager dan 37 °C
Warmtezintuig	in de huid	temperaturen hoger dan 35 °C
Reukzintuig	in de neus	geur
Smaakzintuig	in de tong	smaak

- Tastzintuigen: tastknopjes vlak onder de opperhuid.
- Drukzintuigen: dieper in de huid. Belangrijk bij het regelen van de kracht waarmee je voorwerpen vastpakt.

- Reukzintuig: zintuigcellen met reukharen in het neusslijmvlies.
- Smaakzintuigen: smaakknopjes aan de zijkanten van groefjes in de tong.
 - Met de smaakknopjes proef je alleen zoet, zout, bitter, zuur en umami.
 - Bij het proeven van andere smaken speelt het reukzintuig een belangrijke rol.
- Pijn neem je waar met uiteinden van bepaalde zenuwen (pijnpunten).
 - Pijnpunten komen overal in het lichaam voor.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Je kunt de inwendige en uitwendige delen van een oog noemen met hun functies en kenmerken.

- Wenkbrauwen: zorgen ervoor dat zweet en ander vocht langs de ogen loopt en niet erin.
- Oogkassen: beschermen de ogen.
- Oogspieren: draaien het oog in allerlei richtingen.
- Wimpers: beschermen de ogen tegen vuil en te fel licht.
- Traanklieren: maken traanvocht.
 - Traanvocht beschermt de ogen tegen uitdroging en spoelt kleine stofjes en prikkelende stoffen weg.
- Traanbuizen: voeren traanvocht af naar de neusholte.
- Oogleden: verspreiden traanvocht over de ogen.
- Harde oogvlies: stevig, wit vlies dat het oog beschermt.
- Hoornvlies: de voortzetting van het harde oogvlies aan de voorkant. Doorzichtig, laat licht door.
- Vaatvlies: bevat veel bloedvaten. Het bloed brengt voedingsstoffen en zuurstof naar het oog en voert afvalstoffen af.
- Iris (regenboogvlies): de voortzetting van het vaatvlies aan de voorkant van het oog.
 - Pupil: opening in de iris. Hierdoor komt licht verder in het oog.
- Lens: achter de iris en de pupil.
- Kringspieren rondom de lens: zorgen ervoor dat een scherp beeld op het netvlies ontstaat.
- Netvlies: bevat zintuigcellen en zenuwcellen. Over het netvlies lopen bloedvaten.
- Gele vlek: plaats in het centrum van het netvlies.
- Oogzenuw: geleidt impulsen naar de hersenen.
- Blinde vlek: plaats waar de uitlopers van zenuwcellen (oogzenuw) door het netvlies, het vaatvlies en het harde oogvlies gaan.
- Glasachtig lichaam: gevuld met geleachtige massa. Helpt het netvlies op zijn plaats te houden.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe de pupilreflex de grootte van de pupil regelt.

- Functie van de pupilreflex: regelen van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt.
 - De pupilreflex beschermt de zintuigcellen in het netvlies tegen te fel licht.
- Als er fel licht op het netvlies valt, trekken de kringsspieren in de iris zich samen en ontspannen de straalsgewijs lopende spieren zich. Hierdoor wordt de pupil kleiner.
- Als er weinig licht op het netvlies valt, ontspannen de kringsspieren zich en trekken de straalsgewijs lopende spieren zich samen. Hierdoor wordt de pupil groter.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Je kunt beschrijven hoe op het netvlies een scherp beeld ontstaat.

- Beeldvorming: op het netvlies wordt een omgekeerd, verkleind beeld gevormd.
 - In de gezichtscentra in de grote hersenen wordt dit beeld ‘vertaald’ in een normale waarneming.
- Lichtbreking: lichtstralen die een oog binnenvallen, worden vooral door het hoornvlies en de lens in een andere richting gebogen.
 - De ooglenzen is een bolle lens. De ooglenzen buigt lichtstralen naar elkaar toe.
- Accommoderen: de vorm van de ooglenzen wordt aangepast aan de afstand waarop een voorwerp zich bevindt.

	Bij het zien in de verte	Bij het zien van dichtbij
De kringsspieren rondom de lens zijn	ontspannen.	samengetrokken.
De openingen in de kringsspieren zijn	groot.	klein.
De lensbandjes zijn	strak gespannen.	minder strak gespannen.
De lenzen zijn	zo plat mogelijk.	boller.
De ogen zijn	in rusttoestand.	geaccommodeerd.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

Je kunt de bouw en de werking van het netvlies beschrijven.

- Het netvlies bestaat uit twee lagen:
 - een laag zintuigcellen (staafjes en kegeltjes): zij zetten lichtprikkel om in impulsen;
 - een laag zenuwcellen; zij geleiden impulsen naar de grote hersenen.
- Lichtstralen gaan eerst langs de zenuwcellen en worden daarna opgevangen door de zintuigcellen.
- Gele vlek: hier wordt het scherpste beeld waargenomen.
 - Bij het kijken naar een voorwerp worden de ogen zo gericht dat het beeld van dat voorwerp op de gele vlek valt.
- Blinde vlek: hier wordt geen beeld waargenomen.
 - De blinde vlek bevat geen zintuigcellen.

	Staafjes	Kegeltjes
De functie is	het zien van contrasten in grijs en zwart-wit.	het zien van kleuren.
De drempelwaarde is	laag.	hoog.
Ze worden gebruikt	in de schemering en in het licht.	in het licht.
Ze komen voor	verspreid over het hele netvlies, maar niet in de gele vlek.	vooral in de gele vlek en de directe omgeving daarvan.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 6

Je kunt de delen van het oor noemen met hun functies en kenmerken.

- Oorschelp: vangt geluiden op.
 - Geluiden zijn trillingen van de lucht.
 - Snelle trillingen veroorzaken hoge geluiden, langzame trillingen lage geluiden.
 - Bij harde geluiden hebben de trillingen een grote uitslag; bij zachte geluiden een kleine uitslag.
- Gehoorgang: geleidt geluiden naar het trommelvlies.
 - Oorsmeerkliertjes: maken oorsmeer dat het trommelvlies soepel houdt.
- Trommelvlies: wordt door geluiden in trilling gebracht.
- Trommelholte of middenoor: holte achter het trommelvlies, gevuld met lucht.
 - Gehoorbeentjes (hamer, aambeeld, stijgbeugel): geven trillingen van het trommelvlies door aan het venster van het slakkenhuis.

- Slakkenhuis: bevat een vloeistof en zintuigcellen.
 - Het venster in het slakkenhuis brengt de vloeistof in trilling.
 - De zintuigcellen hebben haartjes die met de vloeistof mee trillen. Als de haartjes trillen, ontstaan in de zintuigcellen impulsen.
- Gehoorzenuw: geleidt impulsen naar de grote hersenen.
- Buis van Eustachius: verbindt de trommelholte met de keelholte.
 - Bij slikken of gapen gaat de buis van Eustachius open. Hierdoor kan de luchtdruk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk blijven.
- Evenwichtsorgaan: zintuigcellen sturen impulsen naar de hersenen als je beweegt.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geoefend in het doen van een practicum met zintuigen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een opticien.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Hoe noem je alle zintuigen samen?
- 2 Jorick is een jaar geleden verhuisd naar een drukke straat. Toen hij daar pas woonde, hoorde hij in zijn slaapkamer voortdurend het lawaai van het verkeer. Nu valt dat geluid hem niet meer op. Hoe noem je dit verschijnsel?
- 3 De douane gebruikt honden die kunnen ruiken of er drugs zitten in de bagage van reizigers. Hebben honden een lagere of een hogere drempelwaarde voor de geur van drugs dan mensen?
- 4 Hoe noem je de prikkel waarvoor een zintuig de laagste drempelwaarde heeft?
- 5 Jos en Naima doen een practicum om de drempelwaarde te bepalen voor het proeven van suiker in een oplossing. Ze gebruiken hiervoor drie verschillende suikeroplossingen. Jos brengt met een wattenstaafje enkele druppels van elke oplossing aan op de tong van Naima. Naima geeft van elke oplossing aan of die wel of niet zoet smaakt. De resultaten staan in tabel 1. Tussen welke twee concentraties ligt de drempelwaarde voor het proeven van een suikeroplossing bij Naima?

▼ **Tabel 1** Resultaten van het practicum van Jos en Naima.

Concentratie suikeroplossing	Wel of niet zoet
1 mg/L	niet zoet
10 mg/L	wel zoet
100 mg/L	wel zoet

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Joey staat in een koude keuken af te wassen. Hij steekt zijn hand in het warme afwaswater en haalt een bord uit het water (zie afbeelding 30). Terwijl Joey zijn hand in het water steekt en het bord pakt, geeft een aantal van de zintuigen in zijn hand meer impulsen af dan vlak voor dat moment. Welke zintuigen geven meer impulsen af?

▼ **Afb. 30**



- 2 Na een sportdag heeft Anita spierpijn in haar beenspieren. Welke zenuwuiteinden geven hierbij signalen af aan de hersenen?

De volgende informatie hoort bij vraag 3 tot en met 6. Op een warme zomerdag eet Kelly een pistache-ijsje (zie afbeelding 31).

▼ **Afb. 31** Pistache-ijs.



- 3 Met welke zintuigen in haar tong neemt Kelly waar dat het ijs koud is?
- 4 Met welke zintuigen in haar tong neemt Kelly waar dat er nootjes in het ijs zitten?
- 5 Met welke zintuigen in haar tong neemt Kelly de zoete smaak van het ijs waar?
- 6 Zal Kelly meer of minder van haar ijsje proeven als zij verkouden is?

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

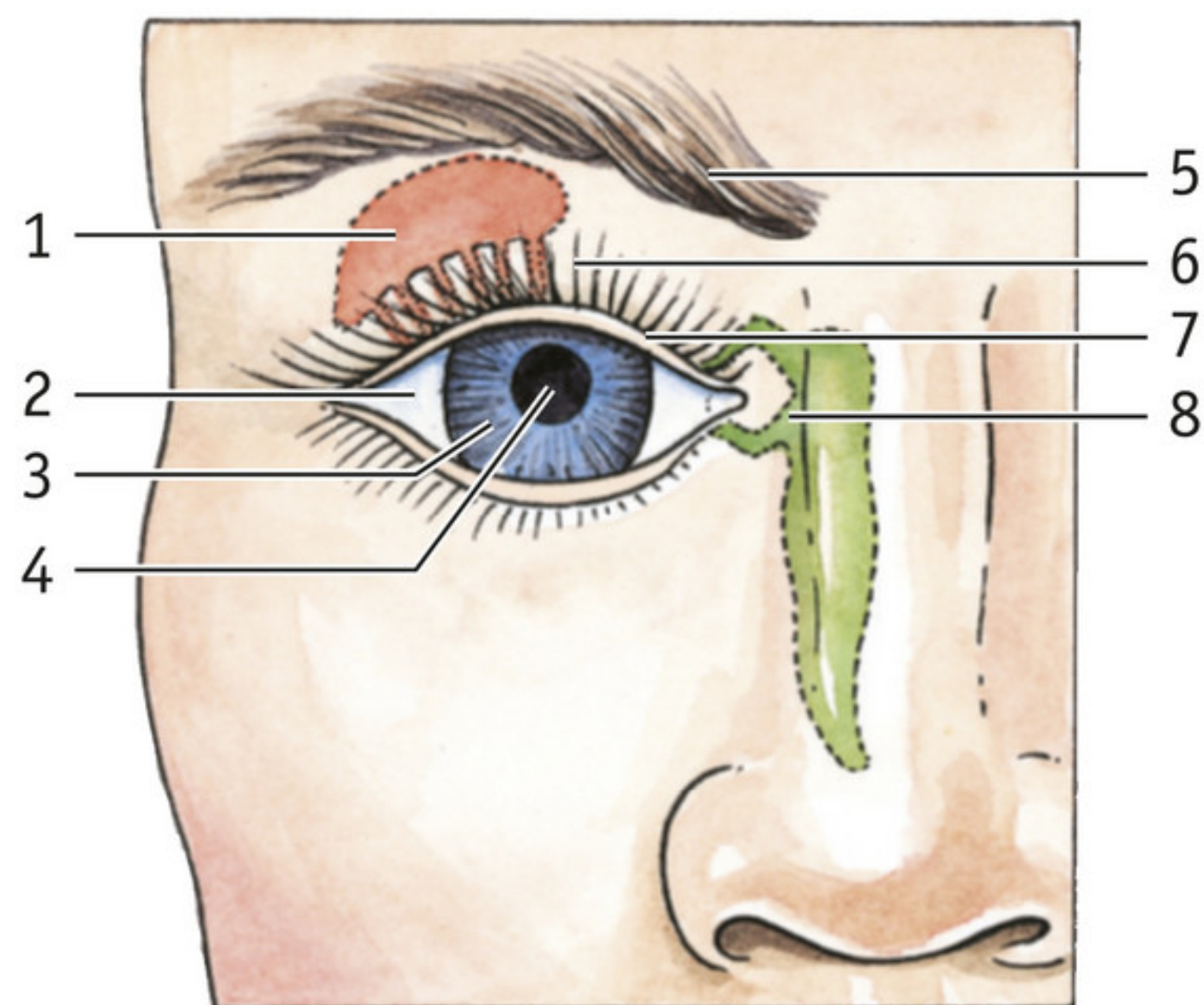
- 1 Yassine krijgt tijdens het fietsen een korrel zand in zijn oog. In welke onderdelen prikkelt dit zand zintuigen?
 - A In hoornvlies en harde oogvlies.
 - B In iris en pupil.
 - C In lens en iris.
 - D In netvlies en hoornvlies.

- 2 Het zandkorreltje wordt door het traanvocht weggespoeld. In afbeelding 32 is een deel van een gezicht getekend.

Met welk nummer wordt het deel aangegeven dat traanvocht maakt? En met welk nummer het deel dat het traanvocht over de ogen verspreidt?

	<i>Traanvocht gemaakt door</i>	<i>Traanvocht verspreid door</i>
A	deel 1	deel 7
B	deel 1	deel 8
C	deel 8	deel 3
D	deel 8	deel 6

▼ Afb. 32 Traanvocht.

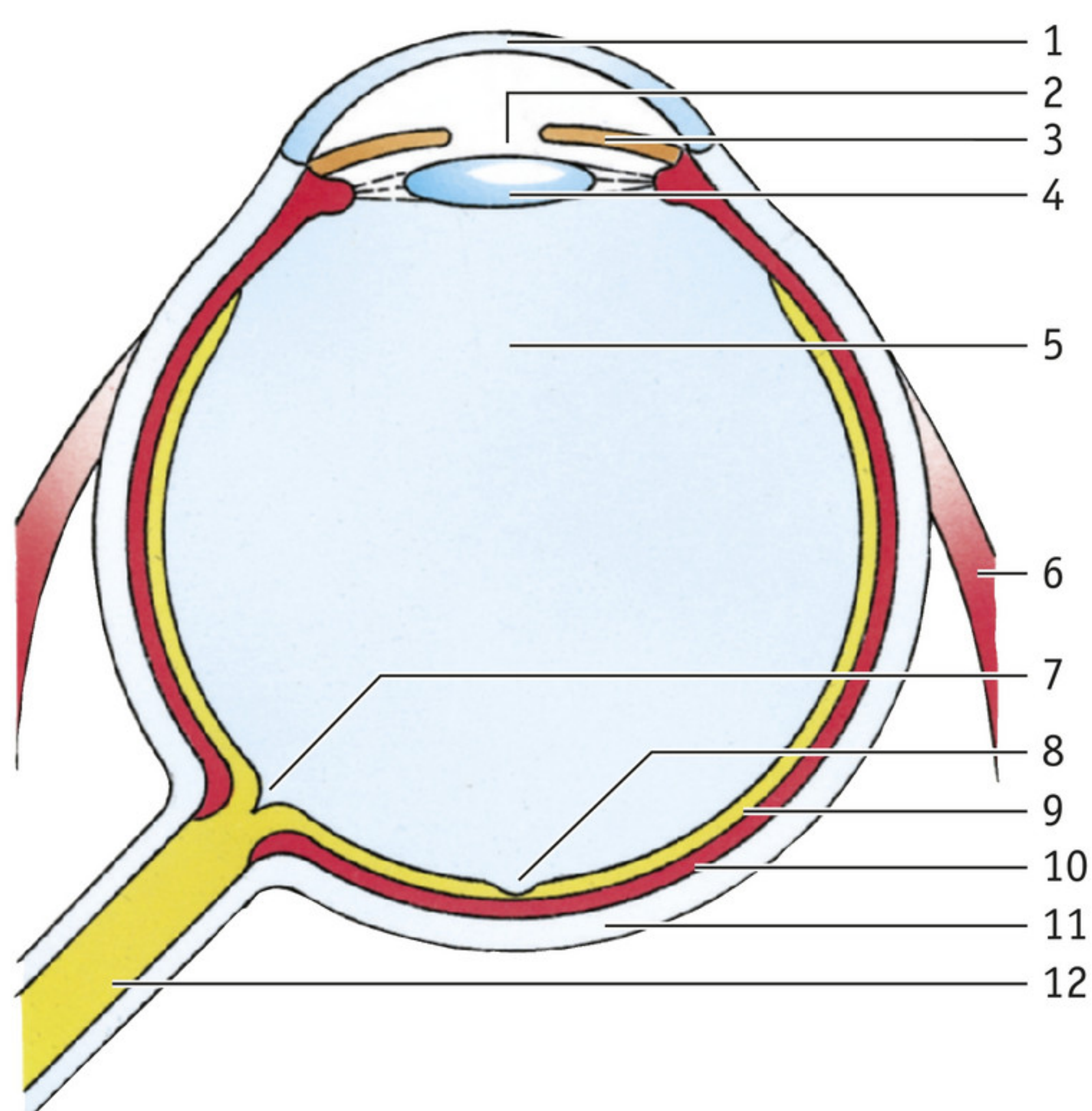


- 3 In afbeelding 33 is een doorsnede van een oog schematisch getekend.

Door welk van de genummerde delen wordt het netvlies op zijn plaats gehouden?

- A Door deel 5.
- B Door deel 6.
- C Door deel 10.
- D Door deel 11.

▼ Afb. 33 Het oog (schematisch).



- 4 Hier staan vier delen van het oog van de mens:

- 1 glasachtig lichaam;
- 2 hoornvlies;
- 3 lens;
- 4 pupil.

Door welk van de genoemde delen gaan de lichtstralen achtereenvolgens voordat ze het netvlies bereiken?

- A Door delen 2 – 4 – 1 – 3.
- B Door delen 2 – 4 – 3 – 1.
- C Door delen 3 – 4 – 1.
- D Door delen 3 – 2 – 4.

- 5 Wat voor type zenuw is de oogzenuw?

- A Een bewegingszenuw.
- B Een gemengde zenuw.
- C Een gevoelszenuw.

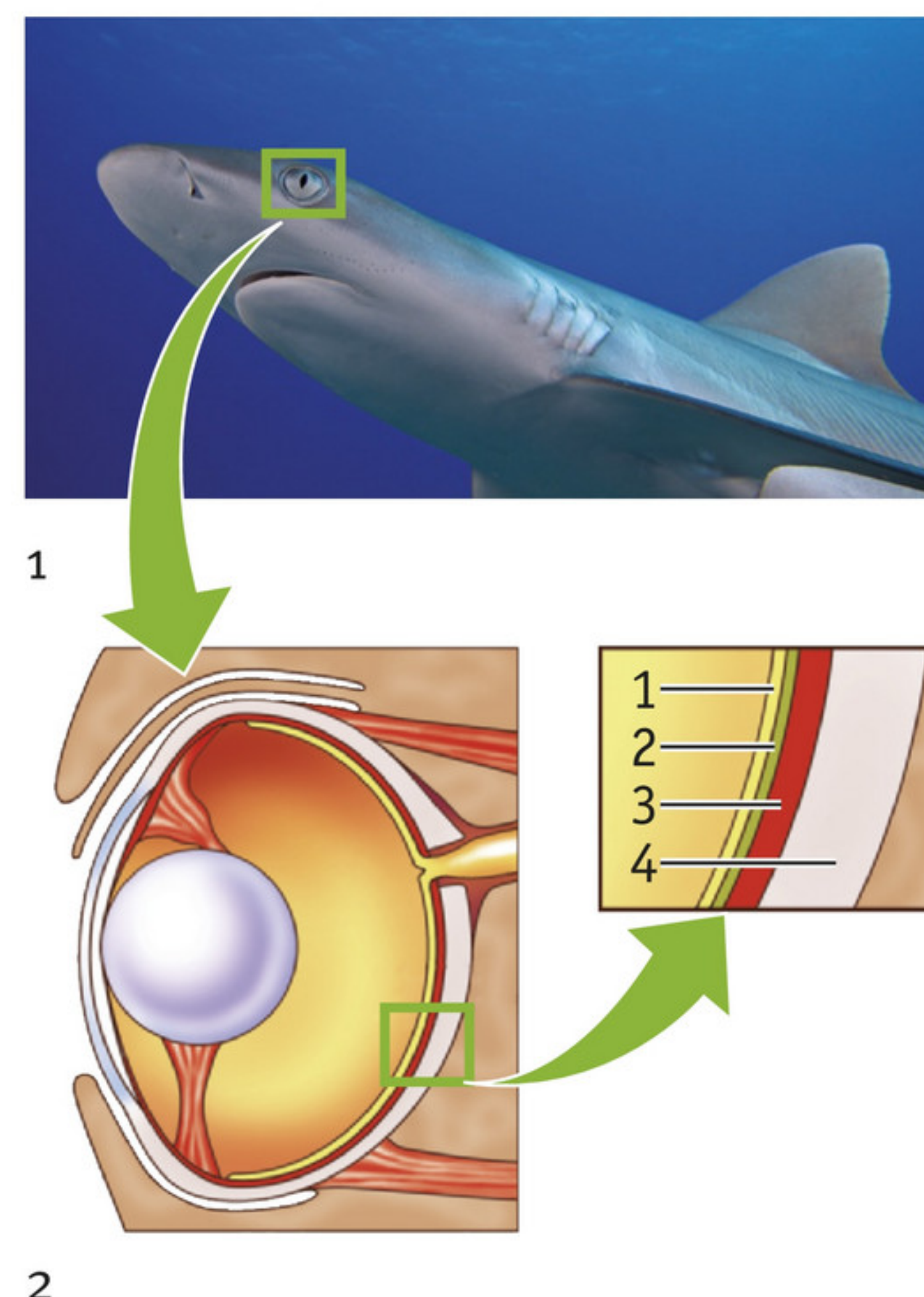
- 6 Veel haaien zijn vooral bij weinig licht actief. De bouw van een haaienoog is vrijwel hetzelfde als de bouw van een mensenoog. In een haaienoog bevindt zich vlak achter het netvlies een extra laag: het *tapetum*. Het licht dat niet op de zintuigcellen is gevallen, wordt door het tapetum weerkaatst naar de zintuigcellen. Hierdoor kan een haai bij weinig licht toch voldoende zien.

In afbeelding 34 is een doorsnede van een haaienoog schematisch getekend.

Welk cijfer geeft het tapetum aan?

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.

▼ Afb. 34 Een haaienoog.



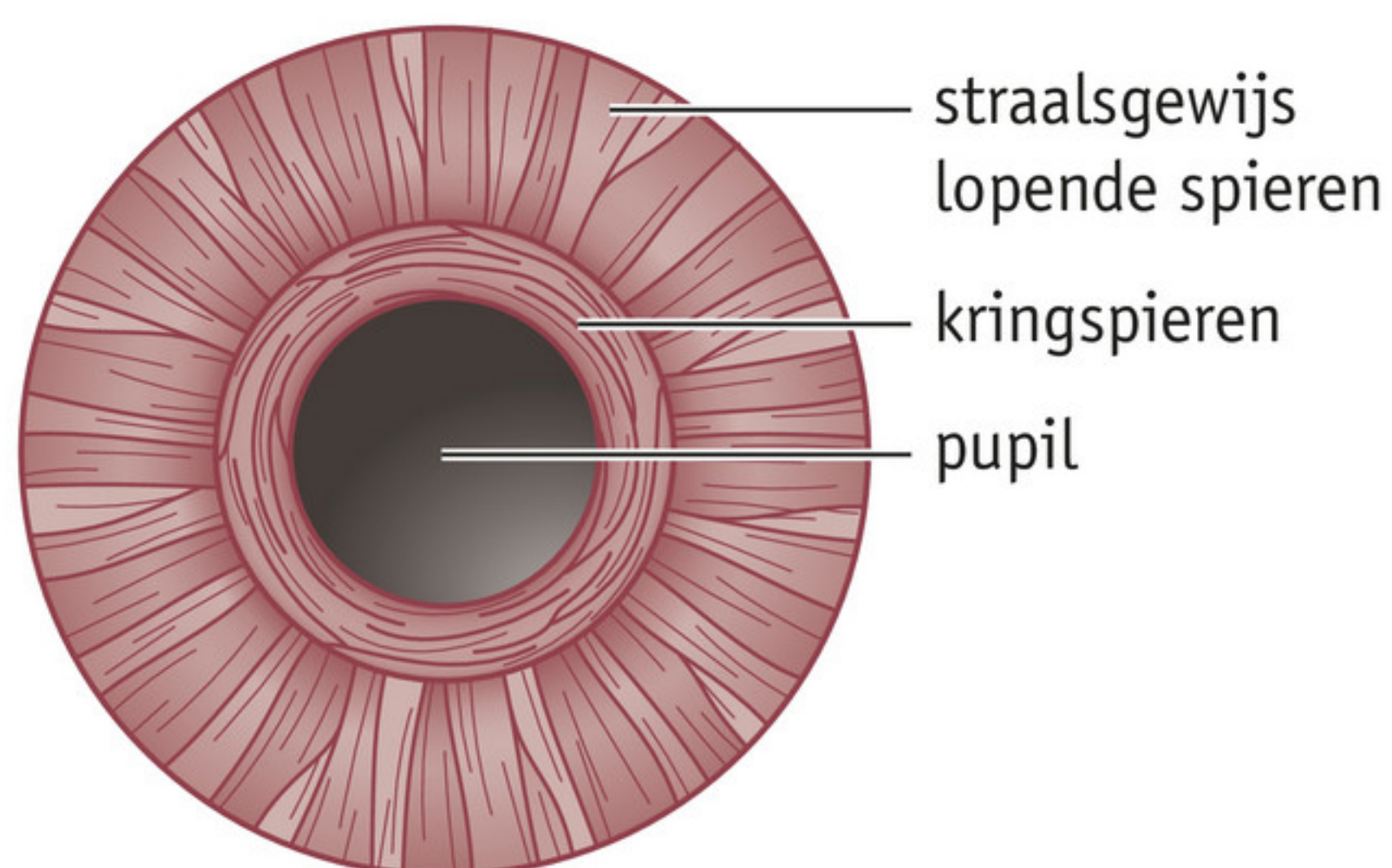
DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Oogartsen gebruiken soms oogdruppels bij het onderzoeken van het oog.
Door het samentrekken van spieren in de iris wordt de pupil groter als de oogdruppels in het oog worden gedruppeld. In afbeelding 35 worden twee typen spiertjes in de iris aangegeven.
Welke spieren trekken zich dan samen?
- A** Alleen de kringspieren.
 - B** Alleen de straalsgewijs lopende spieren.
 - C** Zowel de kringspieren als de straalsgewijs lopende spieren.

▼ **Afb. 35** Iris met pupil (schematisch).



- 2** Onder normale omstandigheden wordt de grootte van de pupil aangepast aan de hoeveelheid licht. Als de hoeveelheid licht verandert, vindt er een onbewuste, snelle reactie plaats: de pupilreflex. Waar begint de reflexboog van de pupilreflex?
- A** In de blinde vlek.
 - B** In de iris.
 - C** In de oogzenuw.
 - D** In het netvlies.
- 3** Verloopt de reflexboog van de pupilreflex via de gezichtscentra in de grote hersenen, via de hersenstam of via het ruggenmerg?
- A** Via de gezichtscentra in de grote hersenen.
 - B** Via de hersenstam.
 - C** Via het ruggenmerg.

Biometrie is een manier om mensen te herkennen aan de hand van lichaamskenmerken die bij iedereen anders zijn. Hierbij kun je denken aan het patroon van de iris. Die is bij iedereen anders en dat verandert tijdens het leven niet meer.

Met een camera kunnen opnamen worden gemaakt van de iris. Met behulp van een computer kunnen die worden vergeleken met de opnamen in een gegevensbank.

- 4** Met een camera wordt een foto gemaakt van een iris. Hierbij wordt gebruikgemaakt van een fel flitslicht.

Wat gebeurt er op het moment van de lichtflits?

- A** De kringspieren in de iris trekken samen en de pupil wordt groter.
- B** De kringspieren in de iris trekken samen en de pupil wordt kleiner.
- C** De straalsgewijs lopende spieren in de iris trekken samen en de pupil wordt groter.
- D** De straalsgewijs lopende spieren in de iris trekken samen en de pupil wordt kleiner.

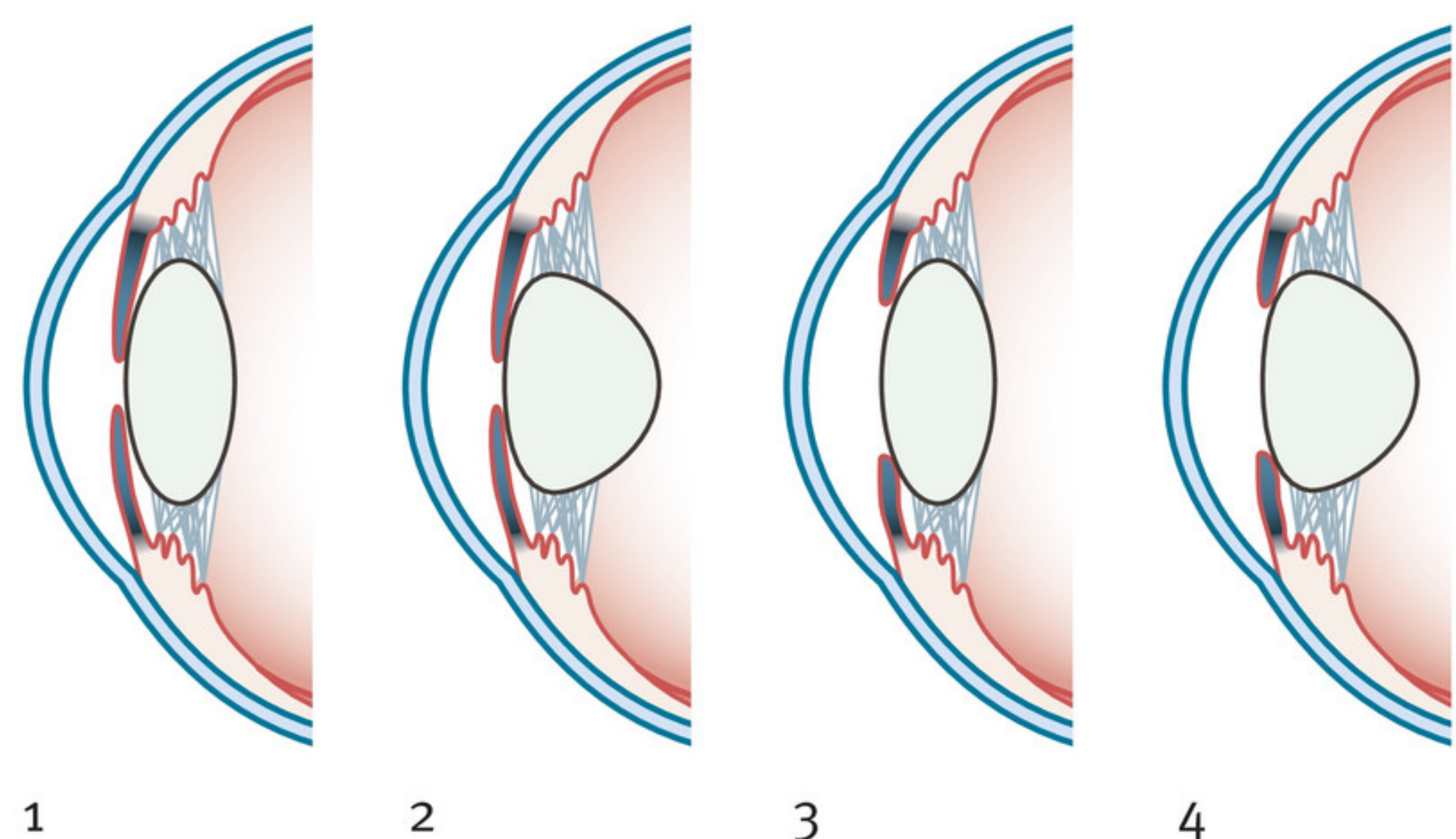
DOELSTELLING 5

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Ruud bekijkt zijn nieuwe scooter. Van die scooter ontstaat een beeld op zijn netvlies.
Welke uitspraak over dat beeld is juist?
- A** Dit beeld is omgekeerd en vergroot.
 - B** Dit beeld is omgekeerd en verkleind.
 - C** Dit beeld is rechtopstaand en vergroot.
 - D** Dit beeld is rechtopstaand en verkleind.
- 2** Youssef leest in het schemerdonker een boek (zie afbeelding 36).
In welke tekening zijn de pupilgrootte en de vorm van Youssefs lens juist getekend?
- A** In tekening 1.
 - B** In tekening 2.
 - C** In tekening 3.
 - D** In tekening 4.

▼ **Afb. 36** Pupilgrootte en vorm van de lens.



1

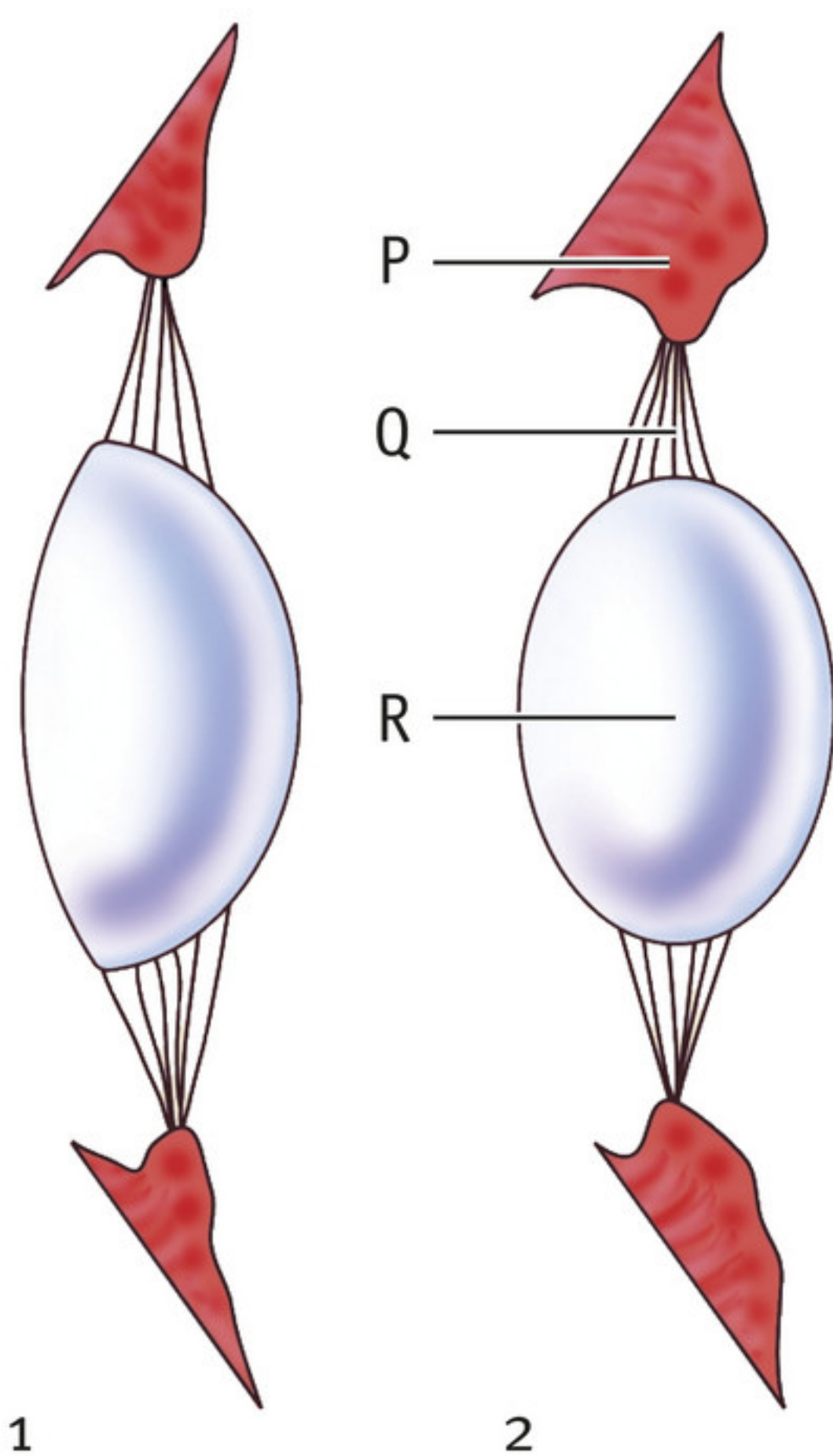
2

3

4

- 3 In afbeelding 37 zijn twee schematische doorsneden van de lens van een oog van Jan getekend. Hij is op een feest en kijkt naar Chantal. Op dat moment hebben zijn ooglenzen de vorm van afbeelding 37.1. Vervolgens kijkt hij naar Meryam. De ooglenzen van Jan hebben dan de vorm van afbeelding 37.2. Wie zit dicht bij Jan?
- A Chantal zit dicht bij Jan.
 - B Meryam zit dicht bij Jan.
 - C Dit is niet te zeggen.

▼ Afb. 37 Doorsneden van de lens van een oog.



- 4 In afbeelding 37.2 zijn drie delen aangegeven met P, Q en R. In welk van deze delen bevindt zich spierweefsel?
- A In deel P.
 - B In deel Q.
 - C In deel R.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 5

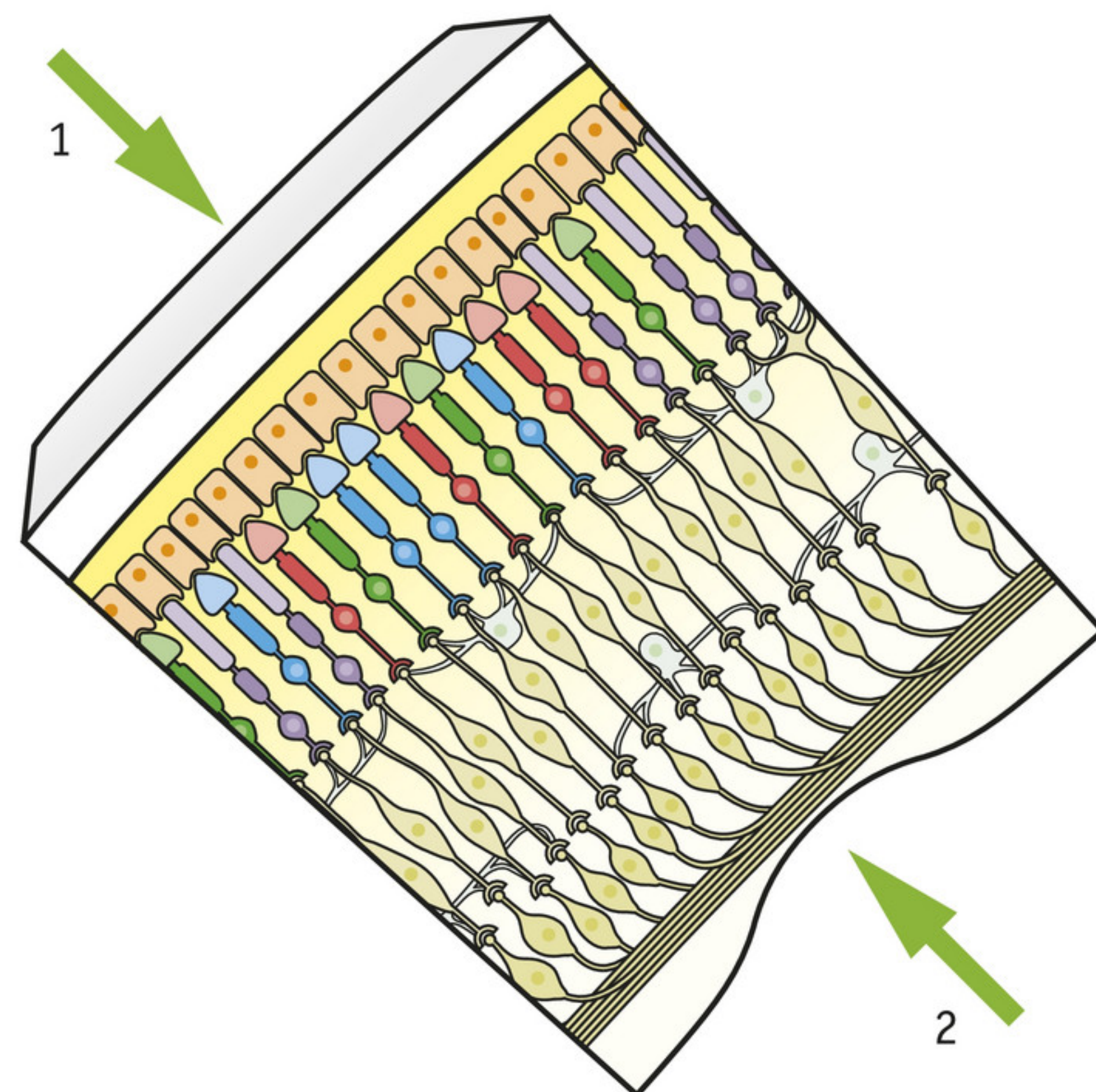
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De zintuigcellen waarmee kleuren worden waargenomen, heten staafjes.
- 2 De kegeltjes liggen voornamelijk in de gele vlek.
- 3 De staafjes liggen voornamelijk in de blinde vlek.
- 4 Het deel van het netvlies waar de oogzenuw het oog verlaat, heet de gele vlek.

In de afbeelding 38 zie je een doorsnede door een deel van het netvlies.

- 5 Pijl 2 geeft op de juiste manier aan vanuit welke richting het licht op het netvlies valt.

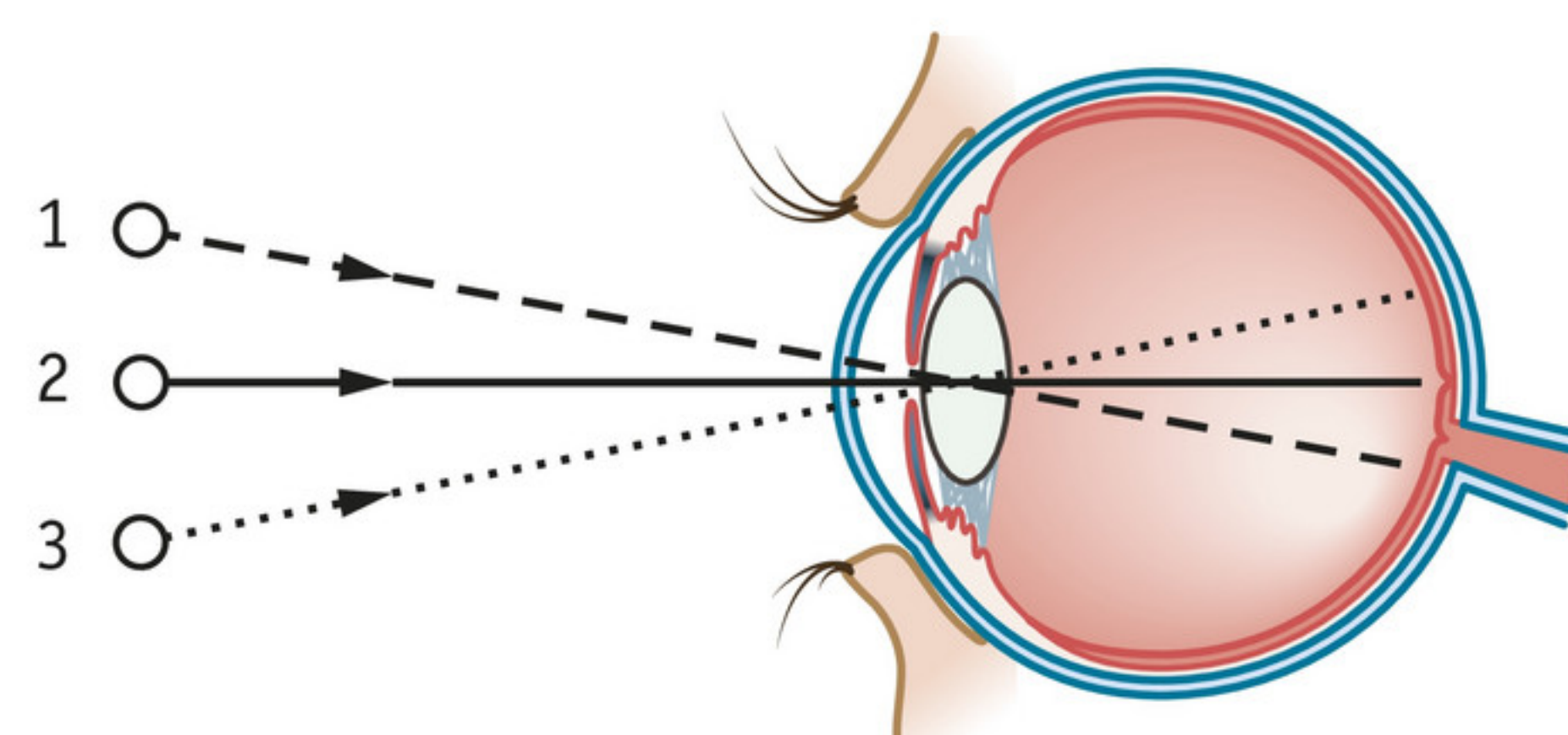
▼ Afb. 38 Deel van het netvlies (doorsnede).



Figuur 39 laat schematisch zien hoe de lichtstralen van drie kleine lampjes in een oog vallen. De lampjes staan veel verder van de proefpersoon af dan in de tekening is aangegeven. In de afbeelding zie je precies waar het licht op het netvlies valt.

- 6 Alleen lampje 2 kan door de proefpersoon worden waargenomen.

▼ Afb. 39 Lichtstralen van drie lampjes.



- 7 In een goed verlichte ruimte, worden in het netvlies alleen de kegeltjes geprikkeld.

Bij een kleurenblinde man is het gen voor kleurenblindheid in alle cellen van het oog aanwezig.

- 8 Het deel van het oog waar het gen de uitwerking heeft dat het kleurenzien wordt verstoord, is de ooglenzen.

Achromatopsie is een zeldzame aandoening. Mensen met achromatopsie hebben alleen staafjes en geen kegeltjes. Zij zien de wereld in grijstinten. Bij daglicht zien ze slecht, omdat daglicht te fel is. Staafjes werken beter als er weinig licht is. Dat heeft te maken met de drempelwaarde van deze zintuigcellen.

- 9 De drempelwaarde van staafjes is lager dan de drempelwaarde van kegeltjes.

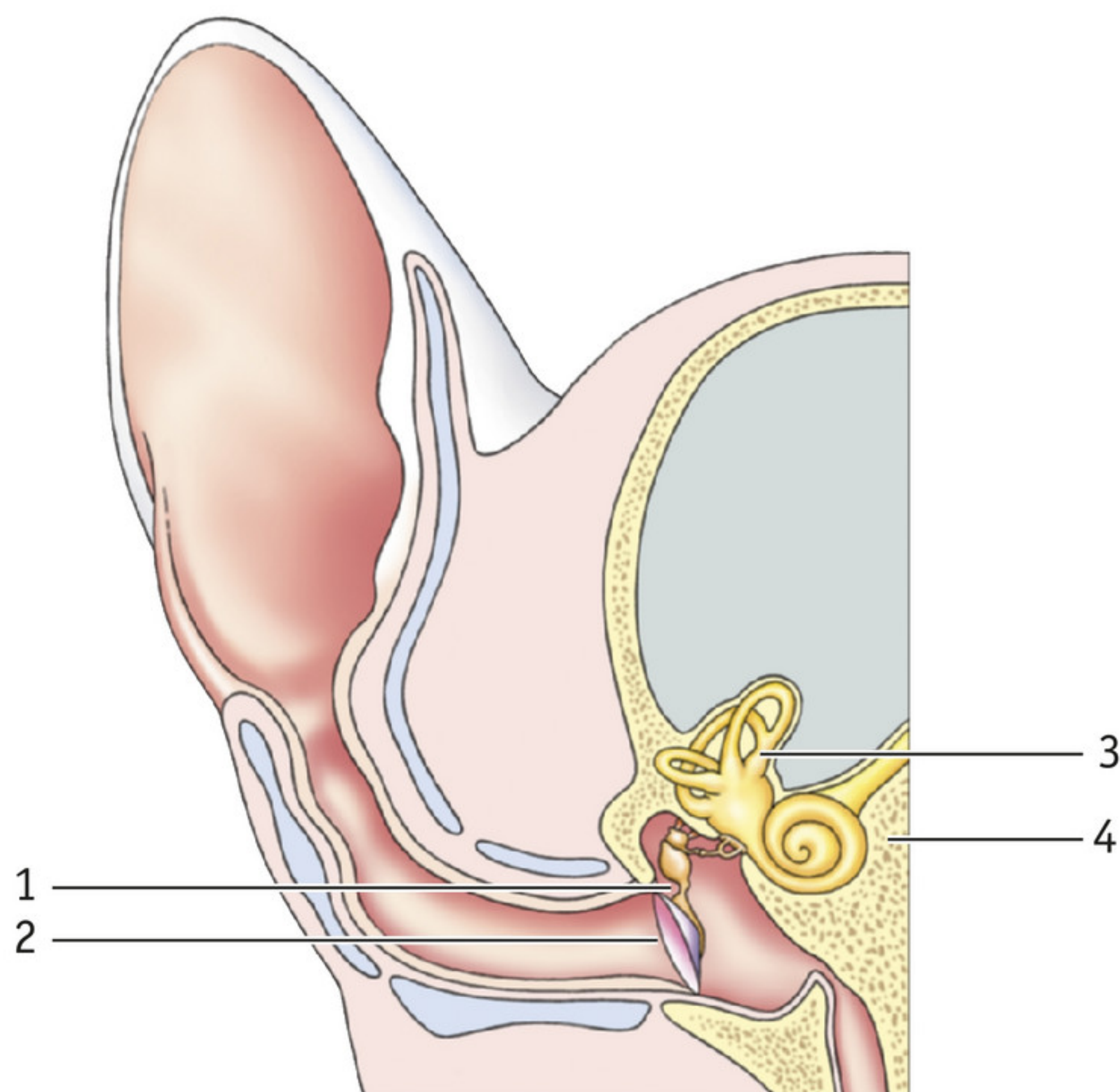
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** In een oor worden geluidstrillingen door de volgende delen geleid:
- 1 gehoorbeentjes;
 - 2 vlies (venster) in het slakkenhuis;
 - 3 trommelvlies;
 - 4 vloeistof in het slakkenhuis.
- Wat is de juiste volgorde waarin de geluidstrillingen worden geleid?
- A** 1 – 2 – 3 – 4.
B 2 – 1 – 4 – 3.
C 3 – 1 – 2 – 4.
D 4 – 3 – 2 – 1.
- 2** In afbeelding 40 is een doorsnede van het oor van een kat getekend. Vier delen zijn aangegeven met nummers 1, 2, 3 en 4.
 Welke van deze delen is een gehoorbeentje?
- A** Deel 1.
B Deel 2.
C Deel 3.
D Deel 4.

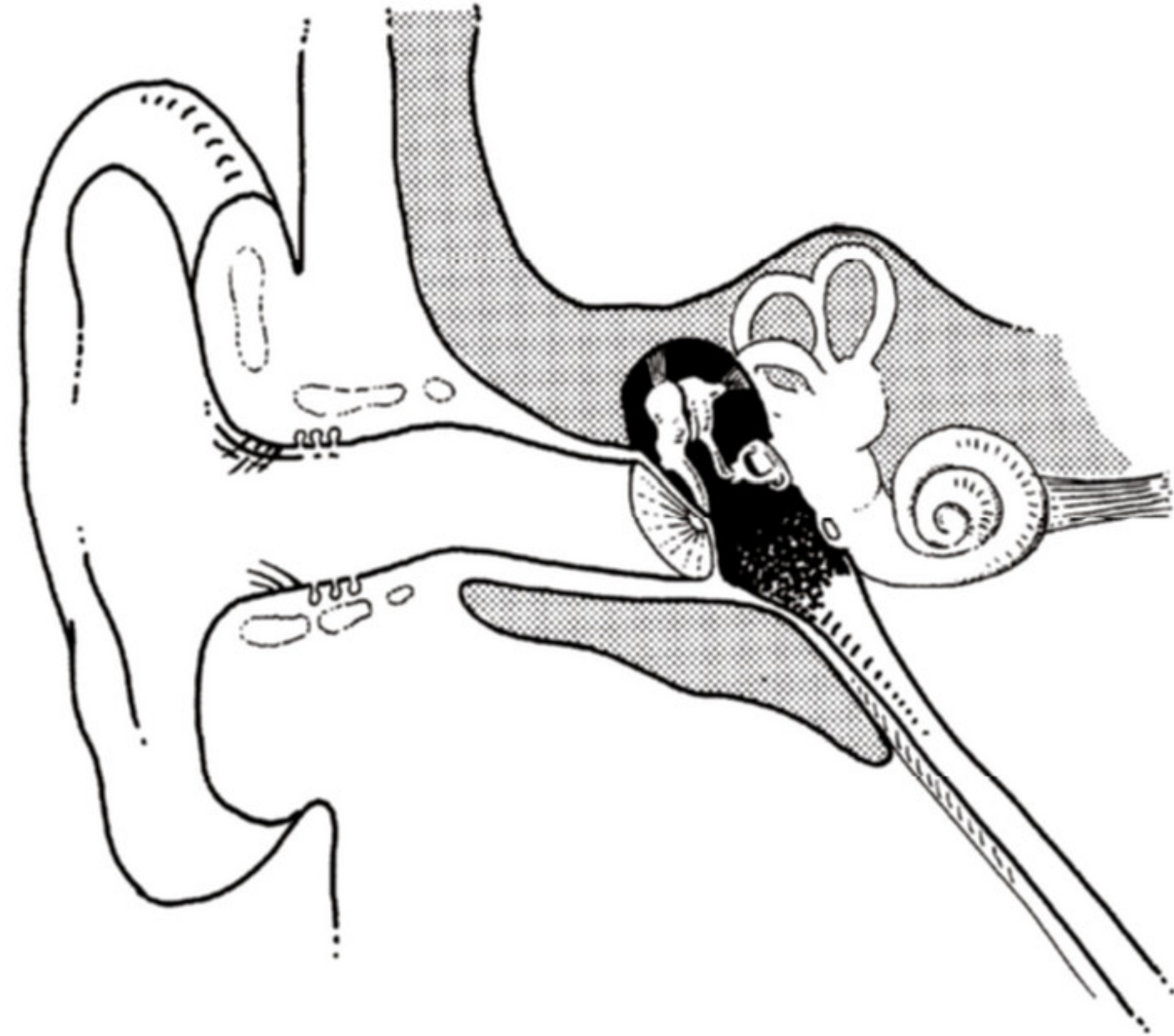
▼ **Afb. 40** Een kattenoor (schematisch).



- 3** Uit onderzoek blijkt dat bij baby's die vaak op een fopspeen zuigen, oorontsteking drie keer zo vaak voorkomt als bij baby's die geen speen gebruiken. Oorontsteking ontstaat meestal doordat bacteriën via de buis van Eustachius in het oor terechtkomen. In afbeelding 41 is een doorsnede van een oor van een mens schematisch weergegeven. In welk deel van het oor komen bacteriën via de buis van Eustachius als eerste binnen?

- A** In de gehoorgang.
B In de trommelholte (= middenoor).
C In het slakkenhuis.

▼ **Afb. 41** Doorsnede van het oor met de buis van Eustachius.



- 4** Duikers die diep duiken, hebben tijdens het duiken soms last van oorpijn.
 Waardoor ontstaat deze oorpijn?
- A** De waterdruk in de gehoorgang is hoger dan de luchtdruk in de trommelholte. Het trommelvlies wordt naar binnen gedrukt.
B De waterdruk in de gehoorgang is hoger dan de luchtdruk in de trommelholte. Het trommelvlies wordt naar buiten gedrukt.
C De waterdruk in de trommelholte is hoger dan de luchtdruk in de gehoorgang. Het trommelvlies wordt naar binnen gedrukt.
D De waterdruk in de trommelholte is hoger dan de luchtdruk in de gehoorgang. Het trommelvlies wordt naar buiten gedrukt.
- 5** Uit onderzoek is gebleken dat 80% van de kinderen tussen 2 en 4 jaar tijdelijk minder goed hoort. Dat is het gevolg van vochtophoping achter het trommelvlies. Als dit lang duurt, kunnen kinderen hierdoor een achterstand in hun taalgebruik oplopen.
 Waardoor hoort een kind minder goed bij vochtophoping in het oor?
- A** De gehoorgang is verstopt, zodat er geen geluidstrillingen bij het trommelvlies komen.
B Door het vocht trillen het trommelvlies en de gehoorbeentjes minder goed.
C Door het vocht worden er minder impulsen doorgegeven naar de gehoorzenuw.
D Door het vocht komt er water in de gehoorgang.

De verrijkingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Illusies

Wat zie jij als je naar afbeelding 42 kijkt? Misschien zie je een vaas. Misschien zie je twee mensen die naar elkaar kijken. Iedereen die naar dit plaatje kijkt, krijgt hetzelfde beeld op het netvlies. Toch ziet niet iedereen hetzelfde. Er is sprake van **gezichtsbedrog** of **optische illusie**.

► **Afb. 42** Wat zie je hier?

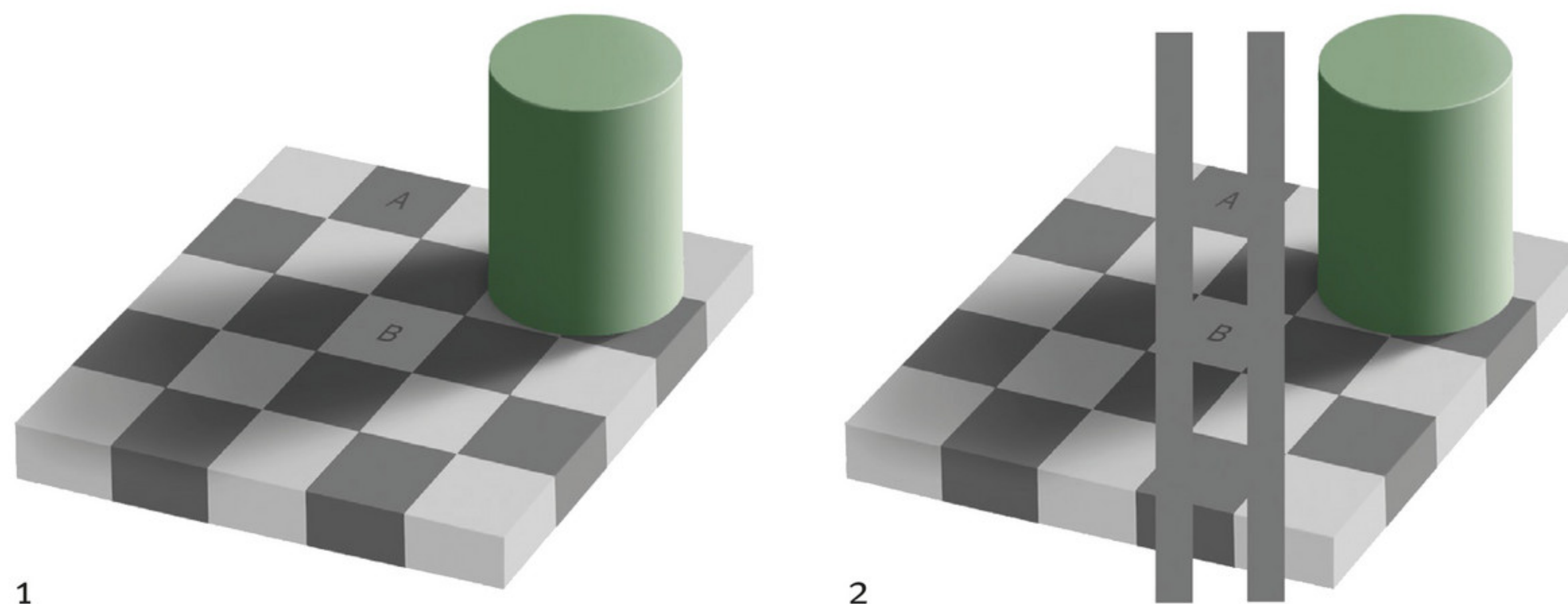


Met je hersenen begrijp je wat je ziet. Zij vertalen de impulsen uit je ogen naar een beeld dat je herkent. Maar soms gaan er impulsen naar de hersenen die de hersenen verkeerd 'begrijpen'. Je hersenen vormen dan een verkeerd beeld en je ziet een verkeerd beeld: gezichtsbedrog. Veel voorbeelden van gezichtsbedrog hebben te maken met de manier waarop je hersenen contrasten waarnemen en vaste patronen herkennen.

CONTRASTILLUSIE

In afbeelding 43.1 zie je dat vlak A donkerder is dan vlak B. In werkelijkheid is dat niet zo. Je hersenen maken het contrast zo groot mogelijk op de plek waar je op een bepaald moment je ogen op richt. Daardoor lijkt vlak A donkerder dan vlak B. Door twee balken door de vlakken A en B te trekken, zie je dat beide vlakken even donker zijn (zie afbeelding 43.2).

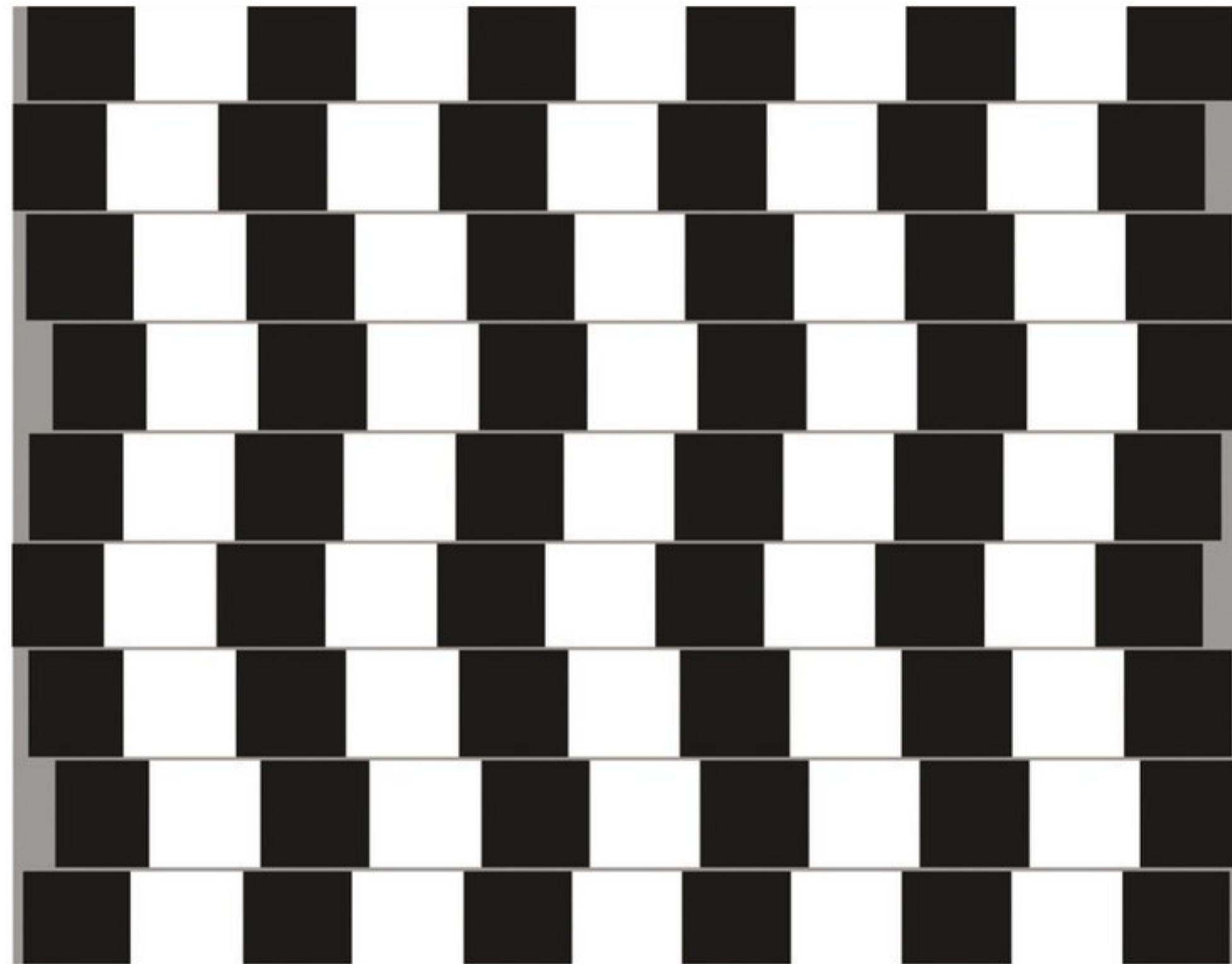
► **Afb. 43** Contrastillusie.



PATROONHERKENNING

De hersenen zijn heel goed in het herkennen van vaste patronen. In afbeelding 44 zijn de hersenen vooral gericht op de zwarte en witte blokjes. Daardoor letten de hersenen niet op de horizontale lijnen in deze afbeelding. Hierdoor lijken die lijnen scheef te staan. Met een liniaal kun je gemakkelijk vaststellen dat de lijnen in werkelijkheid recht zijn.

► **Afb. 44** Patroonherkenning.



GEZICHTSBEDROG ALS KUNSTWERK

Kunstenaars en fotografen maken soms gebruik van gezichtsbedrog bij het maken van kunstwerken. In afbeelding 45 zie je bijvoorbeeld een foto van een kudde zebra's. Maar als je goed kijkt, kun je ook nog een ander dier zien.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 92

► **Afb. 45** Gezichtsbedrog.



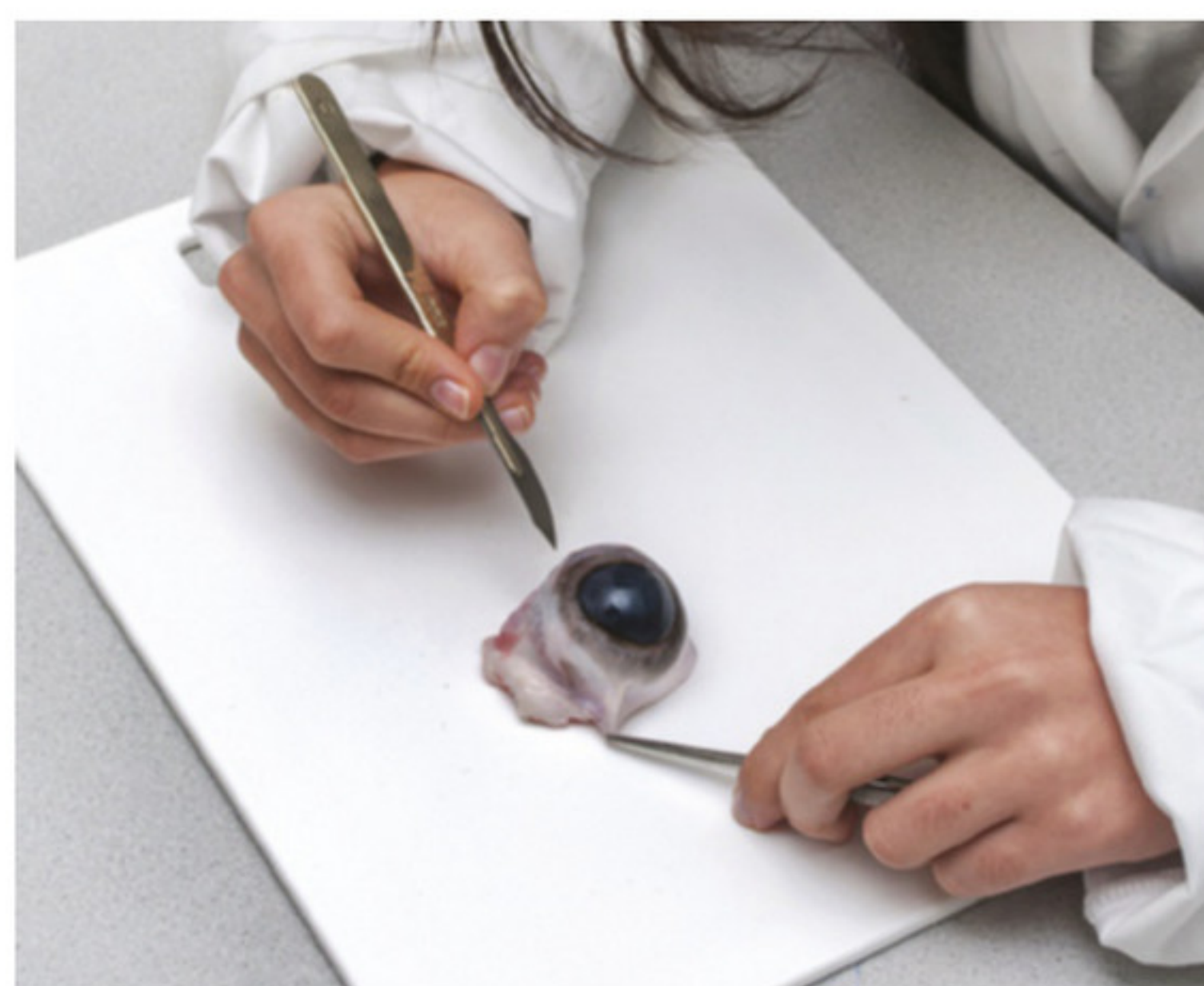
2 Practicum: een oog ontleden

Van alle zintuigen in je lichaam gebruik je de informatie van je ogen het meest. Elk oog bevat dan ook meer dan 120 miljoen staafjes en kegeltjes om zo veel mogelijk prikkels uit je omgeving op te vangen.

In deze verrijkingstof ga je in een practicum een oog ontleden. Je kunt dit practicum het best doen met een koeienoog. Maar je kunt ook een oog van een schaap of varken gebruiken. Je moet tekeningen maken.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 95

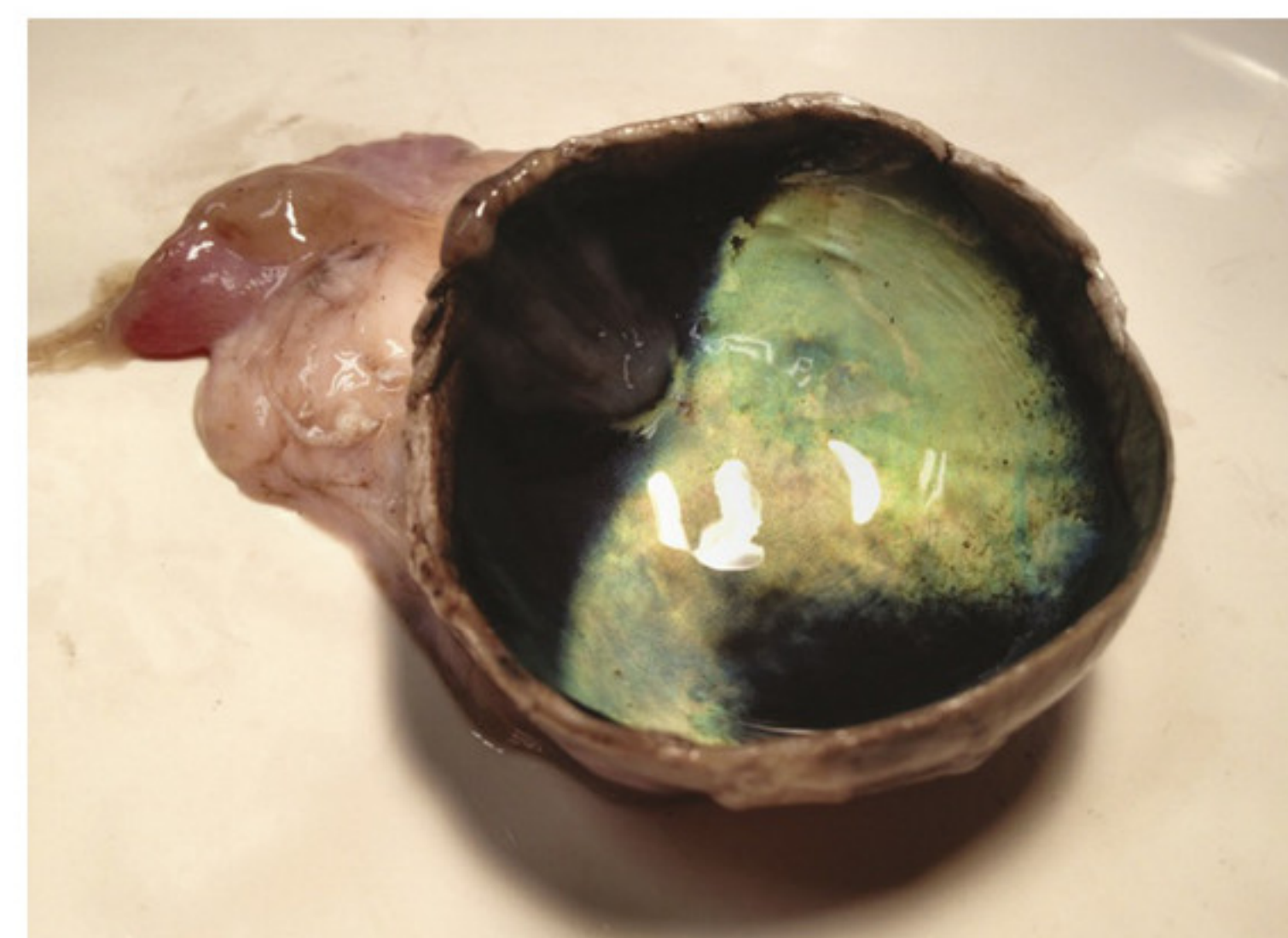
► **Afb. 46** Een oog ontleden.



► **Afb. 47** Dwarsdoorsneden van een oog.



1 voorzijde van een oog



2 achterzijde van een oog

PLUSSTOF

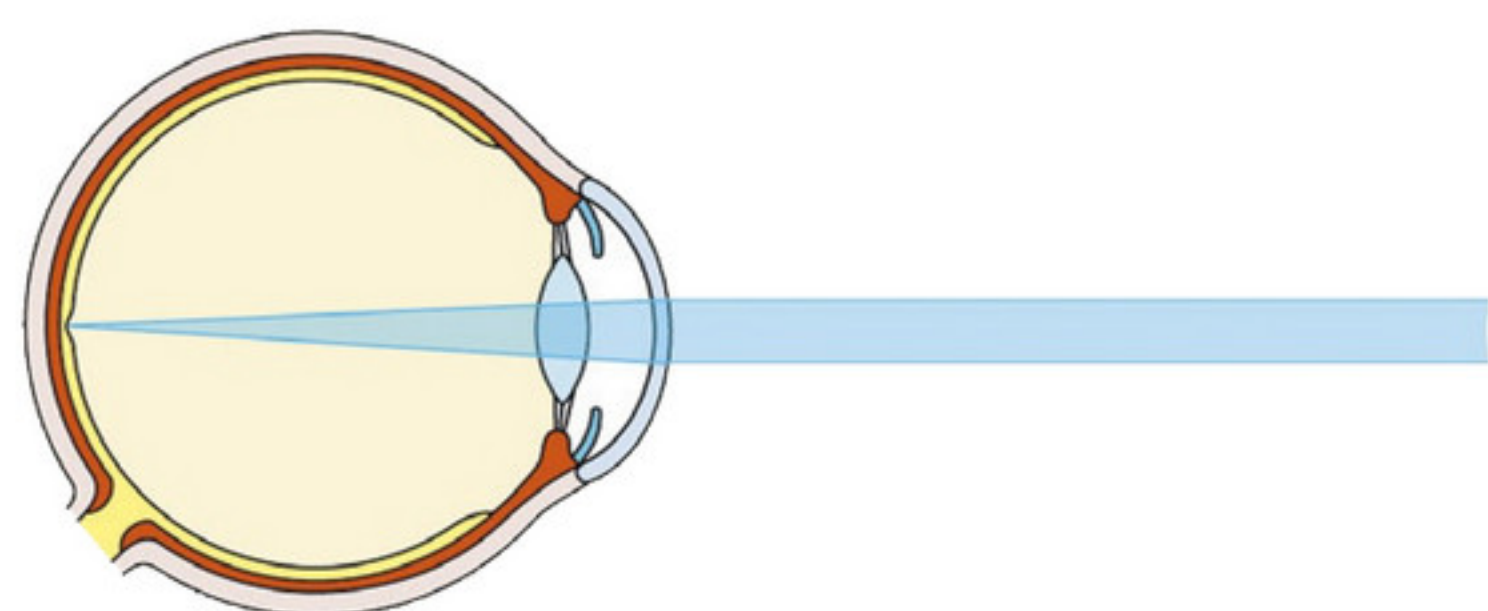
3 Scherp zien

Niet iedereen ziet goed. In jouw klas zijn misschien ook leerlingen die moeilijk kunnen lezen wat op het bord of in het boek staat. Met een bril of contactlenzen is dit gemakkelijk te verhelpen.

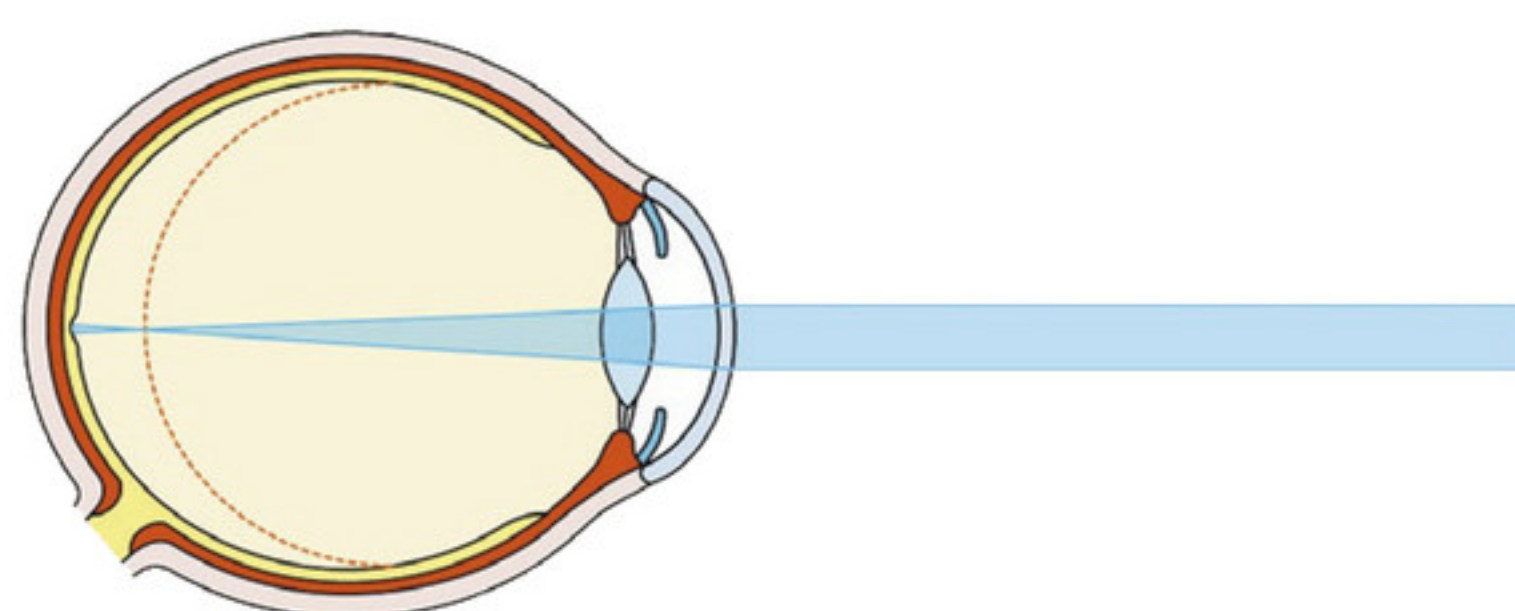
BIJZIEND

Als je voorwerpen van veraf niet scherp ziet maar van dichtbij wel, ben je **bijziend** (alleen van dichtbij scherp *ziend*). De oorzaak is vaak een afwijkende vorm van de ogen. De oogbollen zijn te lang, zodat de afstand van de lens tot het netvlies te groot is. Lichtstralen van een voorwerp veraf komen bij elkaar vóór het netvlies (zie afbeelding 48). Het beeld dat bij een normaal oog scherp *op* het netvlies wordt gevormd, wordt nu *vóór* het netvlies gevormd. Het beeld dat op het netvlies ontstaat, is onscherp (zie afbeelding 48.2). Bijziendheid kan ook worden veroorzaakt doordat de kringpielen rond de ooglenzen, als je in de verte kijkt, niet helemaal ontspannen zijn. De ooglenzen blijft daardoor enigszins bol. De lichtstralen die van veraf komen, worden dan te sterk gebroken. Bijziendheid is te verhelpen met een bril met holle (negatieve) lenzen (zie afbeelding 48.3). Door een holle lens worden de lichtstralen gespreid, voordat ze het oog binnenvallen.

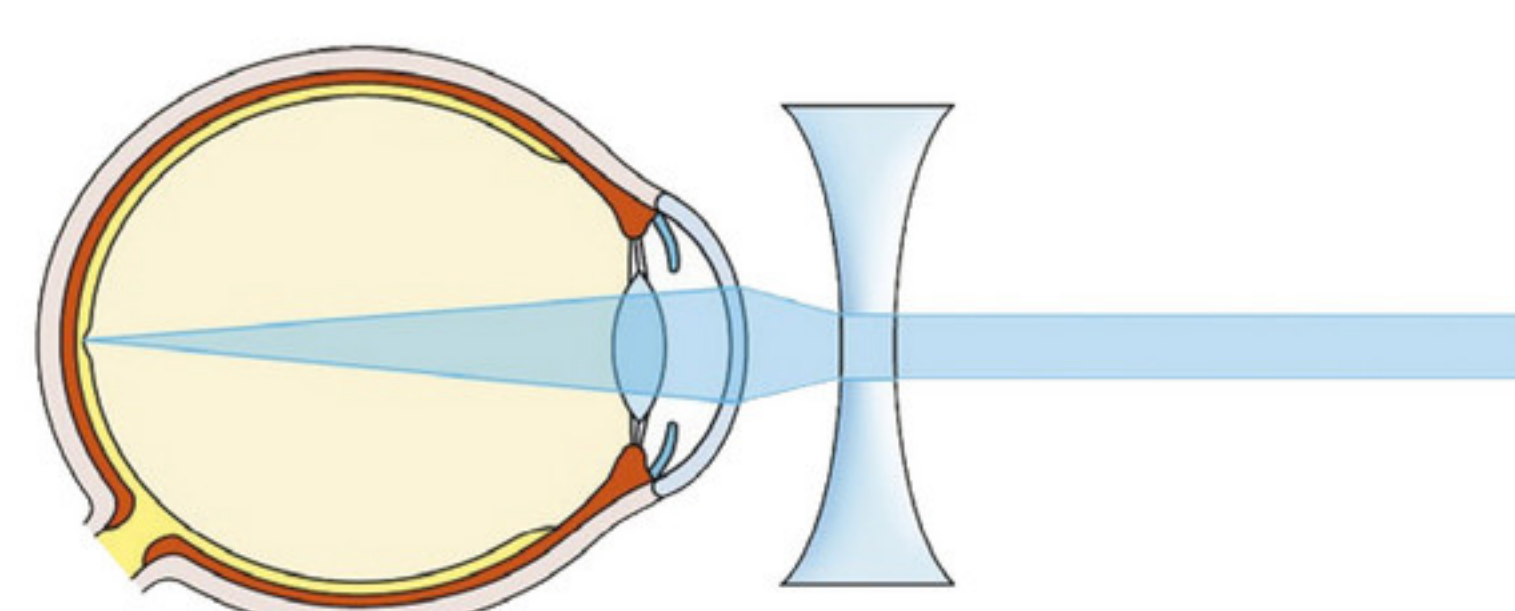
▼ Afb. 48 Bijziend.



1 het zien van een voorwerp veraf: bij een normaal oog



2 bijziend oog: oogbol van een bijziend persoon

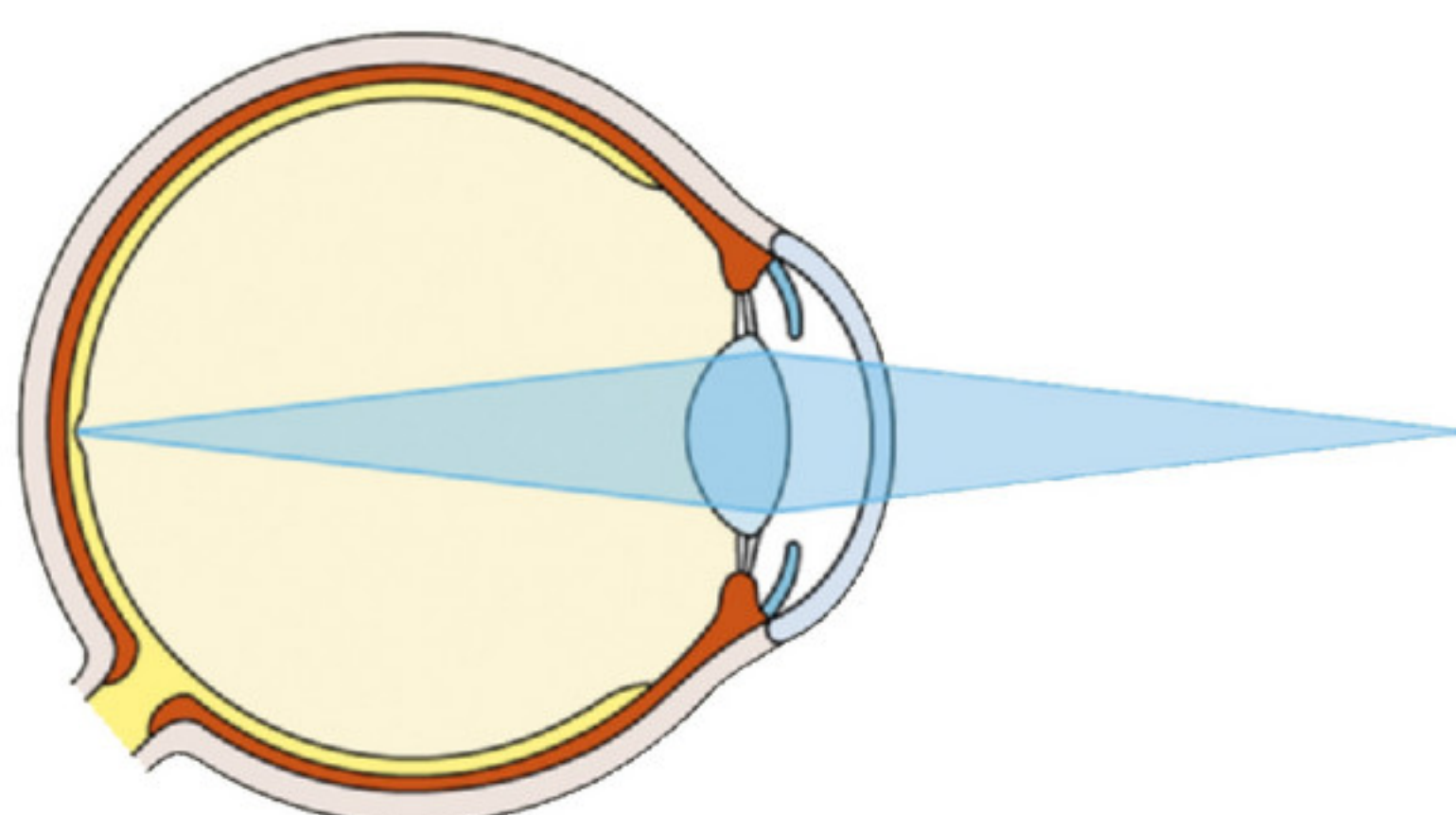


3 correctie door een holle lens

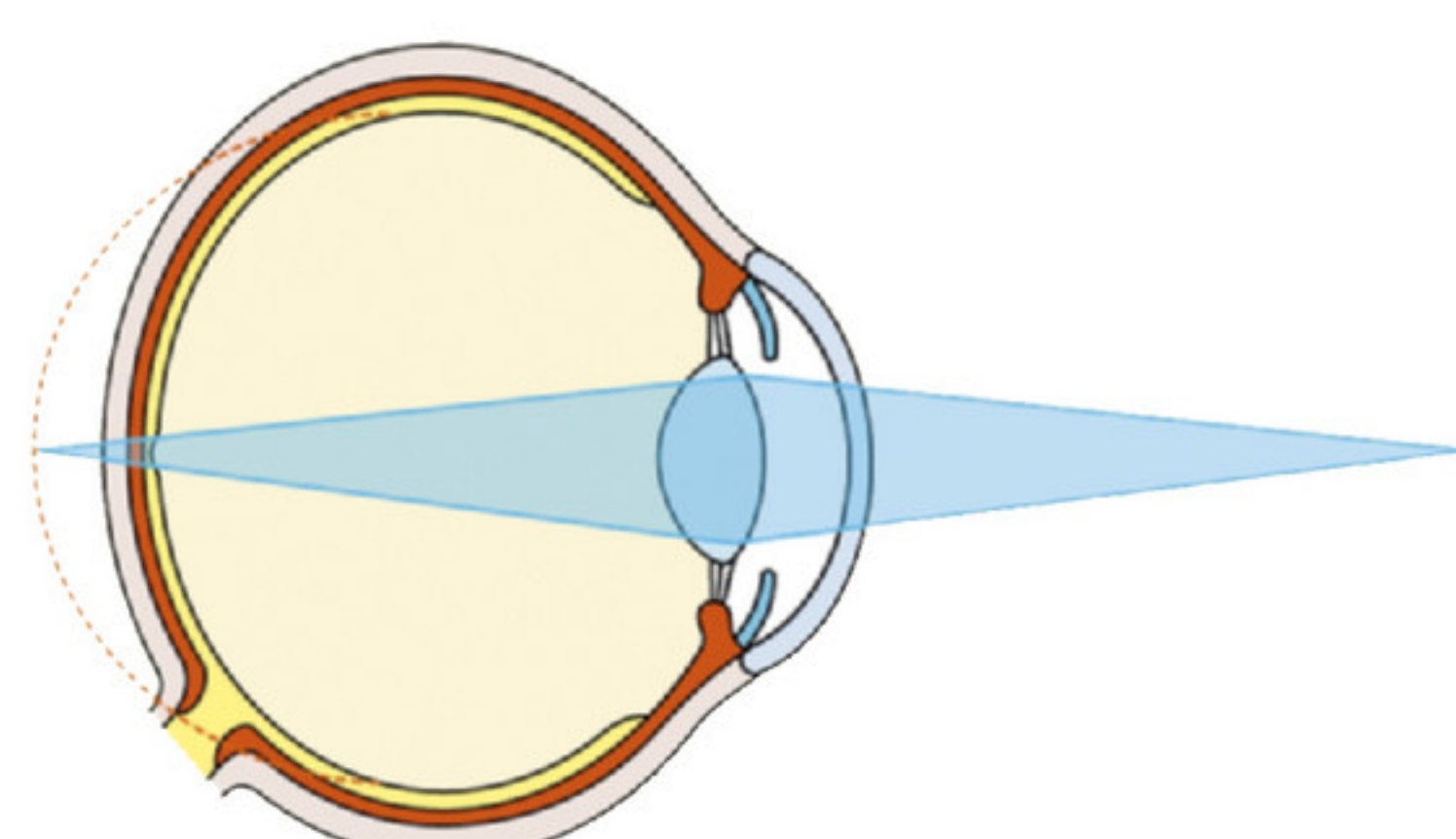
VERZIEND

Er zijn ook mensen die veraf goed zien maar moeite hebben met lezen. Deze mensen noem je **verziend** (alleen van veraf scherp *ziend*). Bij mensen die verziend zijn, zijn de oogbollen juist te kort. De afstand van de lens tot het netvlies is te klein. Lichtstralen van een punt dichtbij komen bij verziende mensen bij elkaar *achter* het netvlies. Het beeld dat op het netvlies ontstaat, is daardoor onscherp (zie afbeelding 49.2). Verziendheid is te verhelpen met een bril met bolle (positieve) lenzen (zie afbeelding 49.3). De bolle lenzen versterken de lichtbreking, zodat de lichtstralen die van dichtbij komen, op het netvlies toch bij elkaar komen.

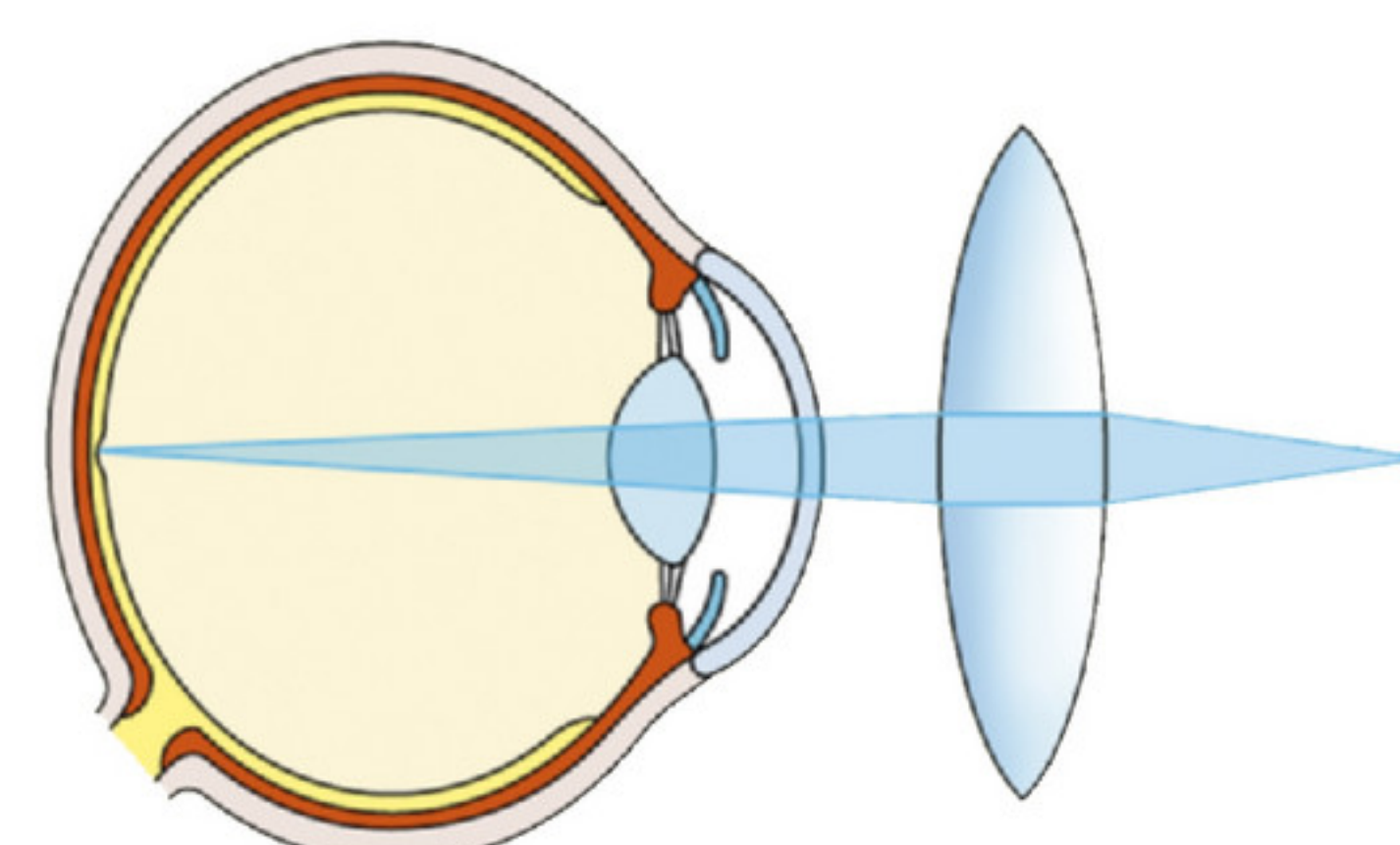
▼ Afb. 49 Verziend.



1 het zien van een voorwerp dichtbij: bij een normaal oog



2 verziend oog: oogbol van een verziend persoon



3 correctie door een bolle lens

▼ Afb. 50 Een contactlens.



Bij oudere mensen wordt verziendheid vaak veroorzaakt doordat het accommoderen minder goed gaat. De ooglenzen worden bij het accommoderen niet bol genoeg. De lichtstralen die van dichtbij komen, worden dan te zwak gebroken. Daardoor wordt het steeds moeilijker om van dichtbij scherp te zien. Dit noem je **ouderdomsverziendheid**. Mensen met ouderdomsverziendheid gebruiken vaak een leesbril. Een leesbril heeft bolle lenzen.

Veel mensen dragen geen bril, maar contactlenzen (zie afbeelding 50). Een contactlens wordt tegen het hoornvlies aan gedragen. Ook contactlenzen kunnen hol (negatief) of bol (positief) geslepen zijn.

CILINDERS

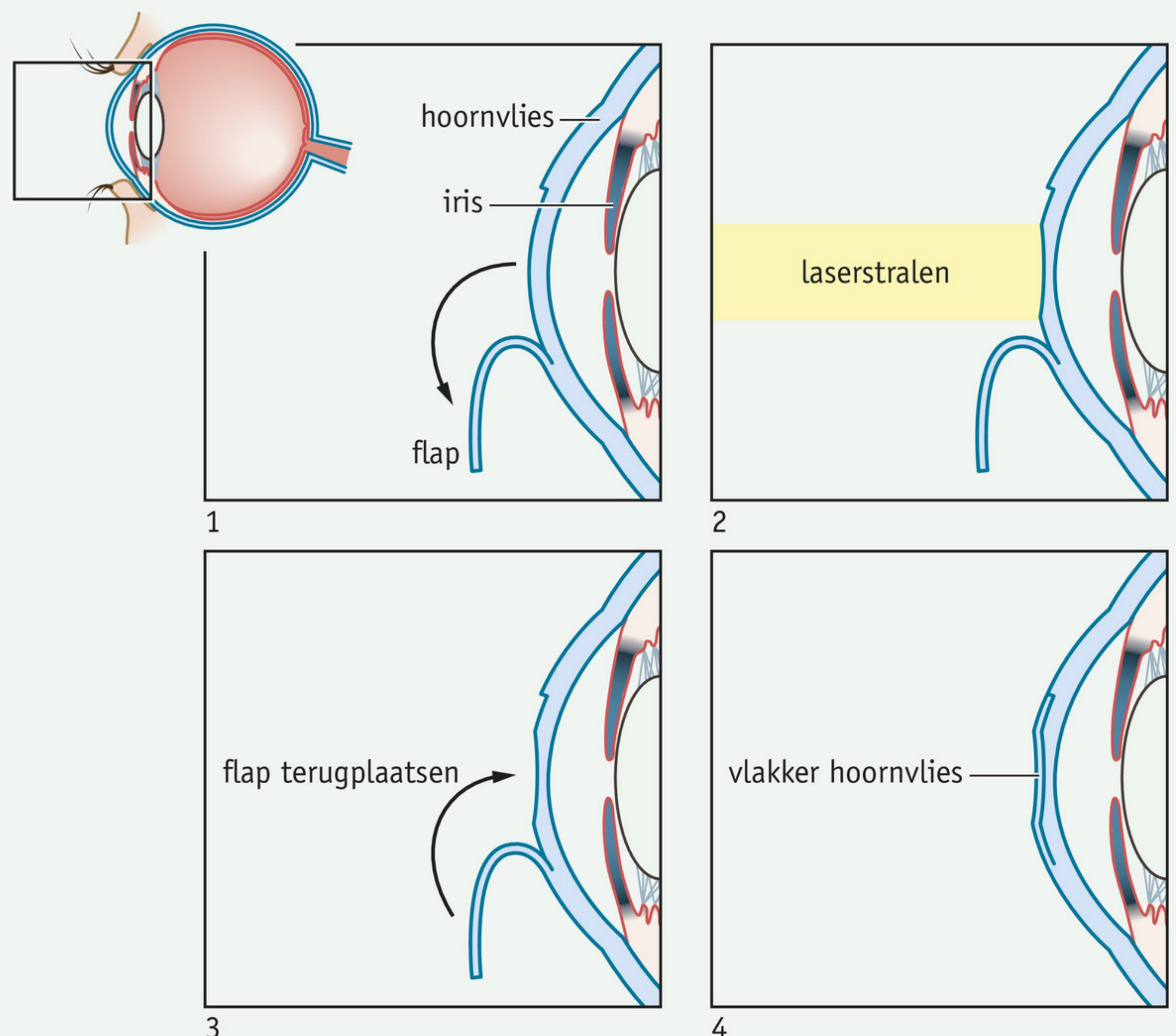
Bij veel mensen is het oog niet bolvormig, maar eivormig. Het hoornvlies breekt de lichtstralen dan niet in alle richtingen even sterk. Het gevolg is dat er een onscherp beeld ontstaat op het netvlies. Om goed te kunnen zien, is een brillenglas (of contactlens) nodig dat de lichtstralen in de ene richting sterker afbuigt dan in de andere richting. De aanpassing die daarvoor in het glas moet worden gemaakt, noem je de **cilinder**.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 97

▼ Afb. 51

Laserbehandeling

Als je 18 jaar of ouder bent, mag je je ogen laten laseren (zie de afbeelding). Je hebt dan geen bril of contactlenzen meer nodig. Eerst wordt je oog verdoofd met oogdruppels. Met een ooglidhouder wordt je oog opengehouden. Daarna schuift de oogarts een dun laagje van je hoornvlies opzij. De ooglaser past de bolling van je hoornvlies aan, waardoor je beter kunt zien. Daarna plaatst de oogarts het dunne laagje hoornvlies terug. Meestal is één behandeling voldoende.



Examentrainer

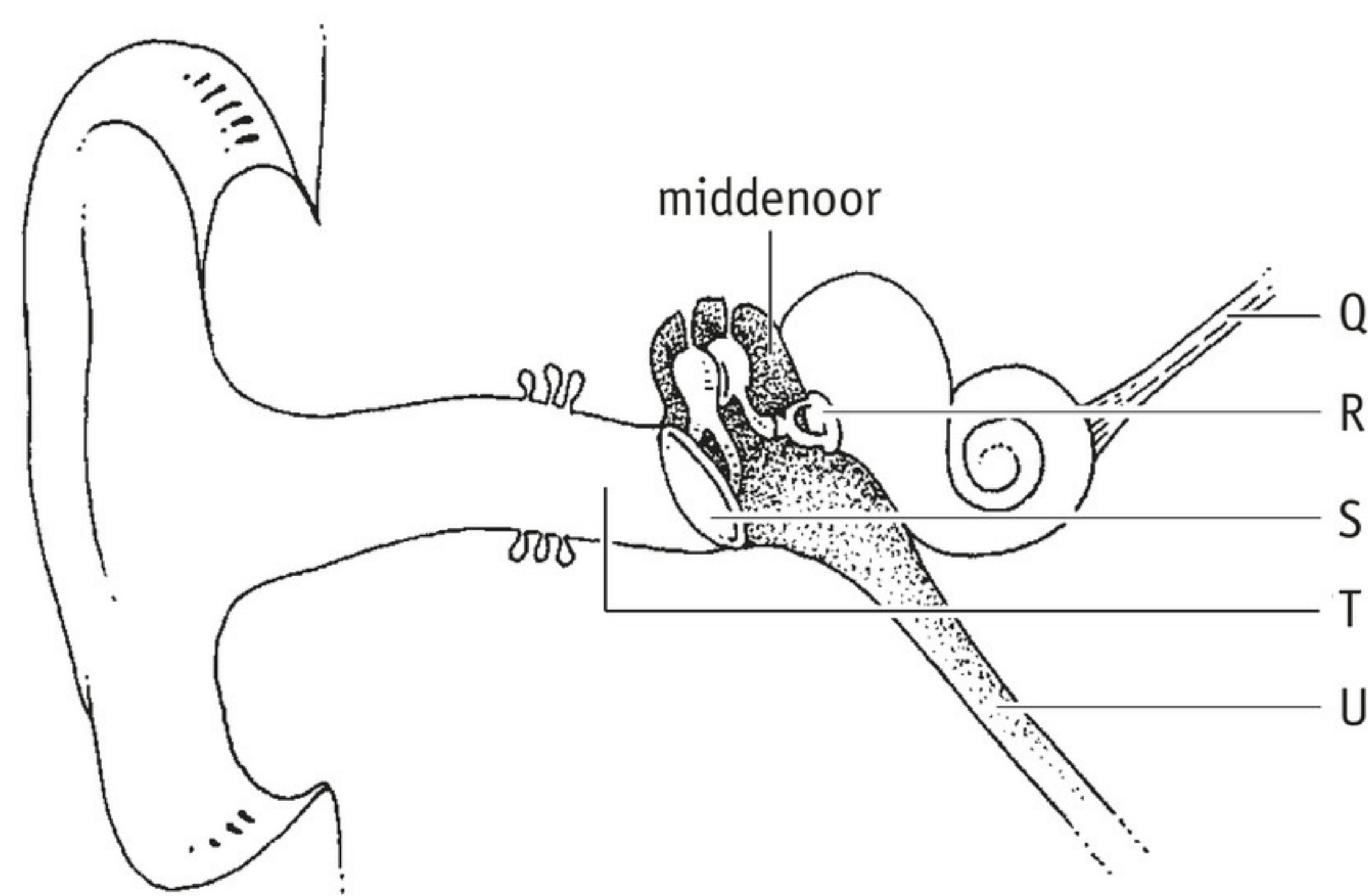
TROMMELVLIESBUIJSJES

Bron: examen vmbo-gt 2012-1, vraag 8 tot en met 10.

Bij kinderen tussen 2 tot 6 jaar is het plaatsen van een trommenvliesbuisje een van de meest voorkomende operaties. De reden voor het uitvoeren van zo'n operatie is dat de buis van Eustachius steeds verstopt is. De luchtdruk in het middenoor is dan niet gelijk aan de luchtdruk buiten. Het gevolg is dat het trommenvlies te strak gespannen staat. Ook hoopt zich vocht op waardoor een middenoorontsteking kan ontstaan. Door een buisje in het trommenvlies wordt de druk in het middenoor gelijk aan die van de buitenlucht.

In afbeelding 52 zijn enkele delen van het oor met letters aangegeven.

▼ **Afb. 52** Doorsnede van het gehoororgaan.



- 2p **1** Met welke letter wordt de buis van Eustachius aangegeven? En met welke letter wordt het trommenvlies aangegeven?
- 1p **2** Als er vocht is opgehoopt in het middenoor, kun je minder goed horen.
Leg uit waardoor je minder goed kunt horen als er veel vocht in het middenoor is opgehoopt.
- 1p **3** Een middenoorontsteking kan hevige pijn veroorzaken. Impulsen die door de pijnprikkels ontstaan, worden door een bepaald type zenuwcel vanuit het oor naar de hersenen geleid. Hoe heet zo'n zenuwcel?
A Een bewegingszenuwcel.
B Een gevoelszenuwcel.
C Een schakelcel.

DE PUPIL

Naar: examen vmbo-gt 2015-2, vraag 17.

De pupil van het oog kan groter of kleiner worden, afhankelijk van de omstandigheden. Bij veel fotocamera's geeft de flitser vlak voor het maken van een foto een aantal kleine flitsen. Hierdoor worden de pupillen kleiner en zijn de ogen op de foto niet rood. De pupil wordt kleiner door het samentrekken van spieren in de iris. In de iris komen kringspieren en lengtespieren voor.

- 2p **4** Door het samentrekken van welke spieren wordt de pupil kleiner?
A Alleen door het samentrekken van de kringspieren.
B Alleen door het samentrekken van de lengtespieren.
C Door het samentrekken van kringspieren en door het samentrekken van lengtespieren.

BRANDWONDEN

Naar: examen vmbo-gt 2014-2, vraag 2.

Brandwonden kunnen ontstaan door heet water, vuur of door de zon. Bij ernstige brandwonden worden zowel de opperhuid, de lederhuid en het onderhuids bindweefsel aangetast. Deze brandwonden noemt men derdegraadsbrandwonden.

- 1p **5** Veel patiënten met ernstige brandwonden voelen geen pijn. Leg uit hoe dat komt.

HET SYNDROOM VAN SJÖGREN

Naar: examen vmbo-gt 2008-1, vraag 12 en 13.

Het syndroom van Sjögren is een ziekte waarbij onder andere de traanklieren langdurig ontstoken zijn. Daardoor werken de traanklieren minder goed.

- 1p **6** Leg uit dat door zo'n ontsteking de ogen geïrriteerd raken en branderig aanvoelen.

Bij het syndroom van Sjögren wordt het buitenste vlies van het oog geïrriteerd.

- 1p **7** Hoe heet dit vlies?

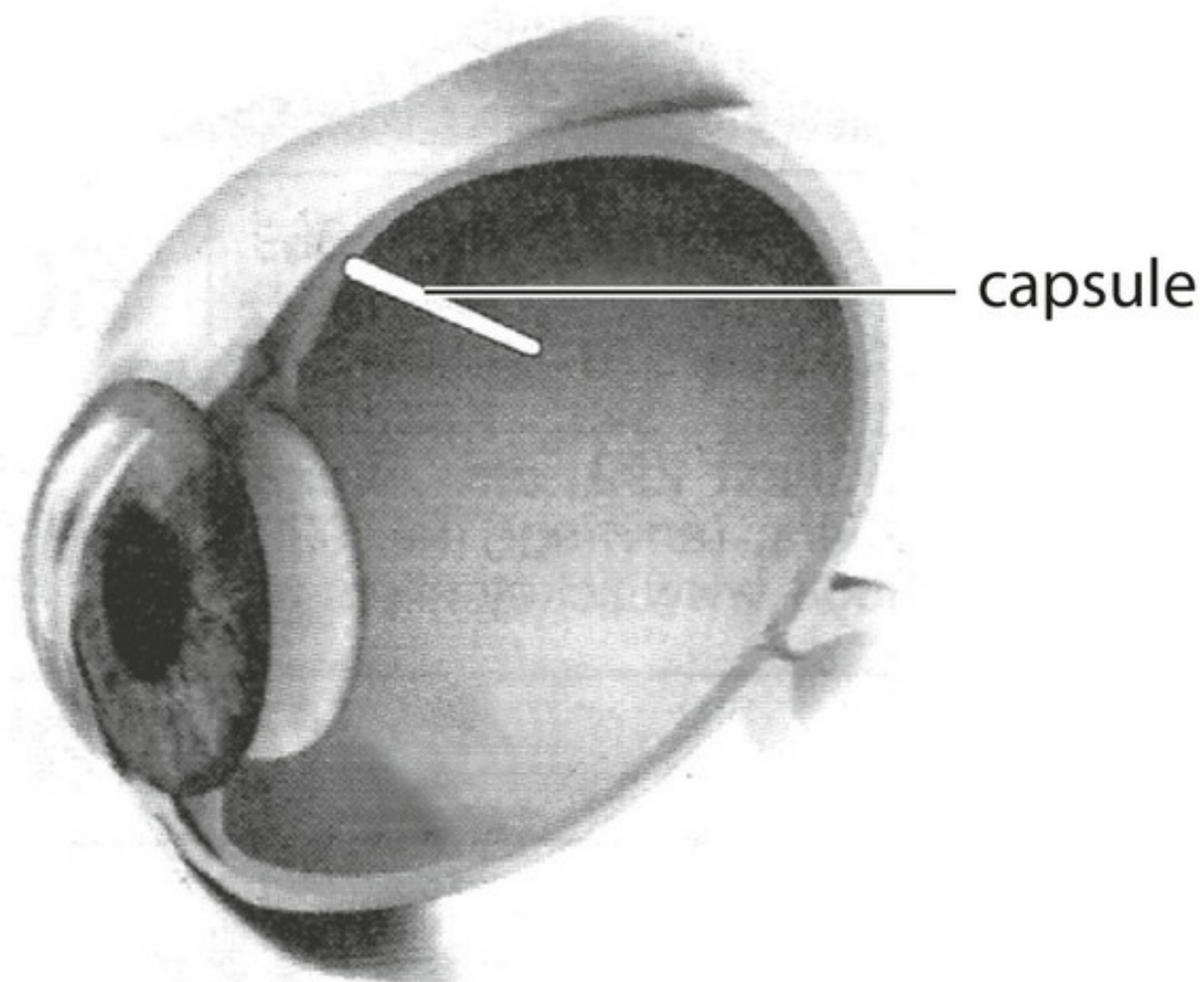
Plusvraag

NIEUWE HULP BIJ NETVLIESPROBLEMEN

Naar: examen havo 2011-1, vraag 34 en 35.

Amerikaanse oogartsen hebben met succes een capsule aangebracht in het oog van tien patiënten met een aangetast netvlies (zie afbeelding 53).

▼ **Afb. 53** Oog met capsule.

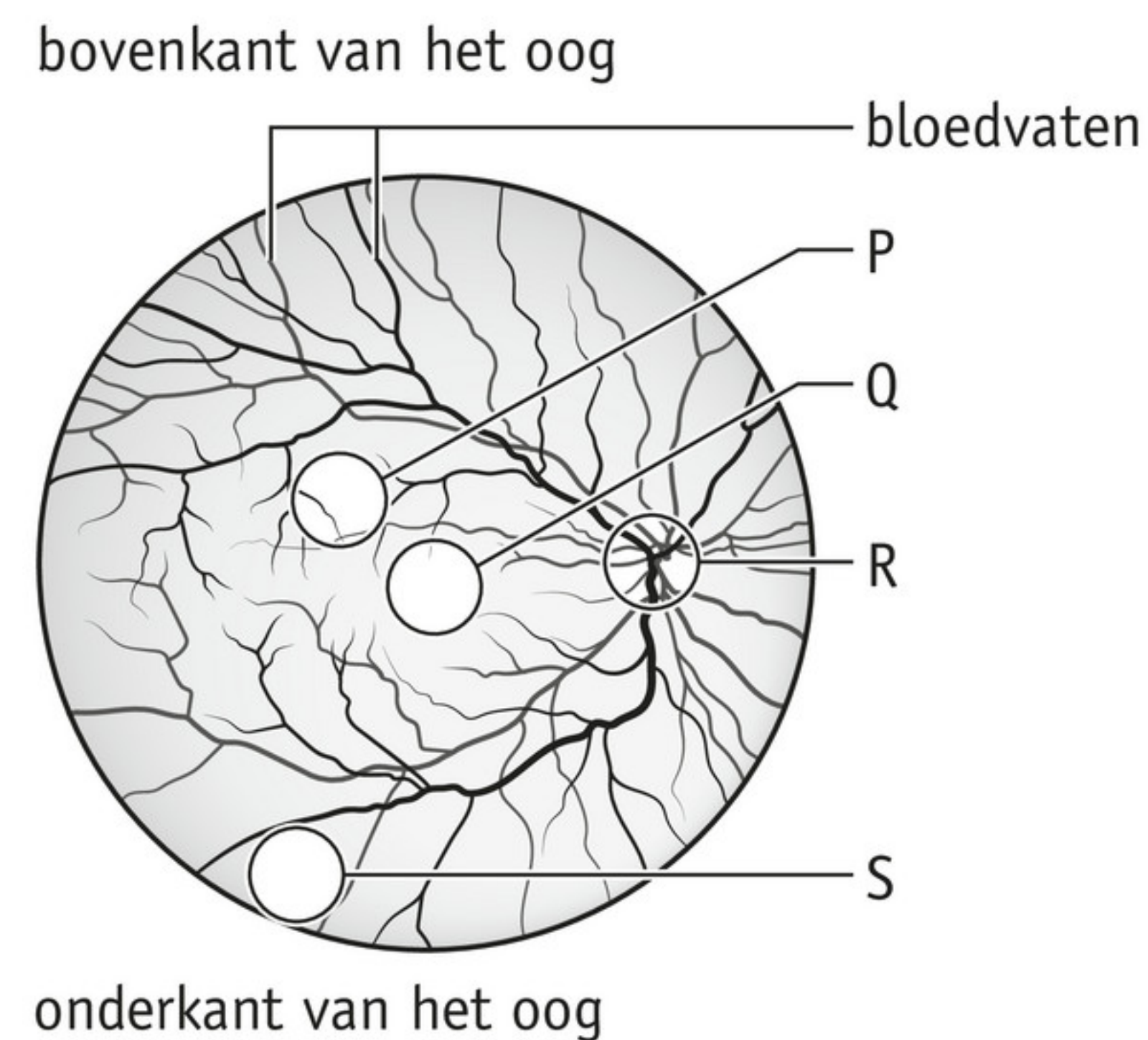


De tien patiënten leden aan de erfelijke oogziekte waarbij lichtgevoelige cellen van het netvlies langzaam afsterven. De ingebrachte capsule, zo groot als een lange rijstkorrel, gaf zes maanden lang een eiwit af dat bij vijf van de tien patiënten het netvlies gedeeltelijk weer herstelde. Mensen die lijden aan deze ziekte merken dat in eerste instantie doordat zij last krijgen van nachtblindheid.

2p **8** Leg uit welk type lichtgevoelige cellen in dit geval afsterft.

Deze mensen hebben niet alleen last van nachtblindheid, maar ook de gevoeligheid voor licht aan de rand van hun gezichtsveld neemt af. In afbeelding 54 is het netvlies en de daarachter lopende bloedvaten van het vaatvlies van het rechteroog in het platte vlak getekend. Er is aangegeven waar de boven- en de onderkant van het oog zich bevindt. Op plaats R verlaten bloedvaten en de oogzenuw het oog.

▼ **Afb. 54** Netvlies met de daarachter lopende bloedvaten van het vaatvlies.



- 2p **9** Op welke van de aangegeven plaatsen zullen aangetaste lichtgevoelige cellen zich op het netvlies bevinden, zodat je het kleiner worden van het gezichtsveld kunt verklaren?
- A Op plaats P.
 - B Op plaats Q.
 - C Op plaats R.
 - D Op plaats S.

7

Stevigheid en beweging



BASISSTOF

- 1 Het skelet van de mens
- 2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel
- 3 Beenverbindingen
- 4 Spieren
- 5 Houding en beweging
- 6 Blessures

80
85
87
91
93
96

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

102
105

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Conditietest
- 2 Hoge hakken
- 3 De schedel

113
114
115

EXAMENTRAINER

116



In dit thema leer je hoe je lichaam stevigheid verkrijgt en hoe bewegingen tot stand komen. Je leert eerst uit welke beenderen het skelet van de mens bestaat en welke functies het skelet heeft. De beenderen van het skelet kunnen op verschillende manieren met elkaar zijn verbonden.

Aan de beenderen zitten spieren vast. Spieren en gewrichten zorgen ervoor dat je kunt bewegen. Je gebruikt je spieren ook om ervoor te zorgen dat je een goede lichaamshouding hebt.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Het skelet van de mens

Zonder de stevige botten van je skelet zou je in elkaar zakken. Dan blijft er een soort pudding van je over.

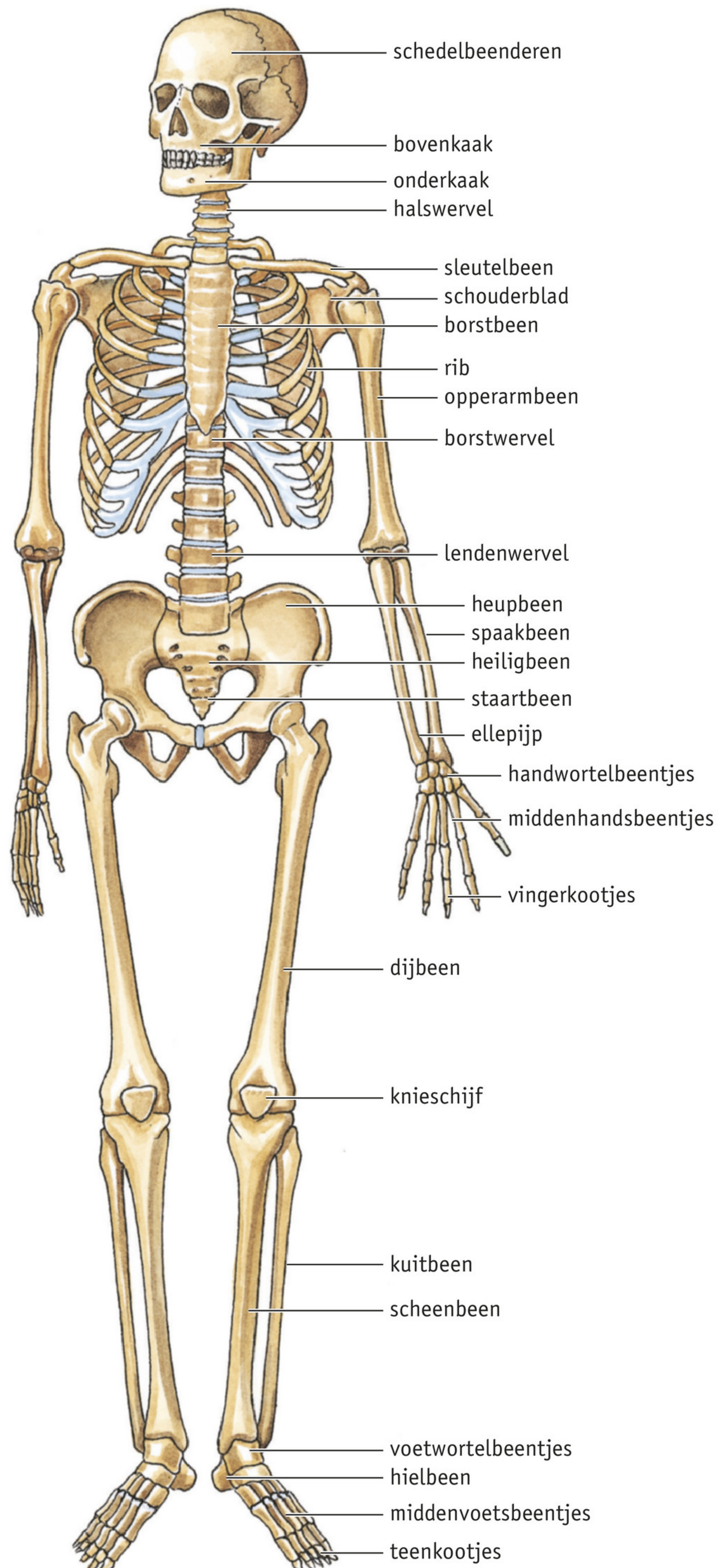
BEENDEREN VAN DE MENS

Je skelet bestaat uit meer dan tweehonderd **beenderen** (botten). Het lichaam van de mens bestaat uit het **hoofd**, de **romp** en de **ledematen** (armen en benen). De mens heeft (net als alle andere gewervelden) een inwendig skelet (**geraamte**).

In afbeelding 1 zie je een tekening van het skelet van de mens. De beenderen in het hoofd vormen samen de **schedel**. De schedel wordt gedragen door de **wervelkolom** die in de romp naar beneden loopt.

De borstwervels, de ribben en het borstbeen vormen samen de **borstkas**. De schouderbladen en de sleutelbeenderen vormen samen de **schoudergordel**. De heupbeenderen vormen de **bekkengordel** of het **bekken**.

Van de beenderen in de arm zijn het spaakbeen en de ellepijp moeilijk uit elkaar te houden, maar het volgende ezelsbruggetje kan je helpen. Bij de **pols** zit de elle**p**ijp vast aan de kant van de **p**ink. Het spaakbeen zit vast aan de kant van de duim.

► **Afb. 1** Het skelet van de mens.

FUNCTIES VAN HET SKELET

Je skelet geeft stevigheid en vorm aan je lichaam. Ook zorgt het voor bescherming van tere organen. De schedelbeenderen bijvoorbeeld beschermen je hersenen, maar ze zijn niet stevig genoeg om de hersenen te beschermen tegen een heel harde klap (zie afbeelding 2). Daarom is het soms beter om extra bescherming te dragen, zoals een helm.

Je skelet maakt beweging mogelijk. De meeste beenderen van je skelet zijn beweeglijk met elkaar verbonden. Spieren die aan de beenderen vastzitten, zorgen ervoor dat je beenderen bewegen.

▼ Afb. 2

Crosswedstrijd

Sander haalt de selectie van een belangrijke motorcrosswedstrijd. De start gaat heel goed. Sander ligt op de tweede plaats. Hij wil beslist aan kop blijven. Misschien dat hij daardoor iets te veel risico neemt. Na tien minuten gaat het mis. Na een enorme sprong komt Sander met zijn hoofd tegen een paal terecht. Ook de rest van zijn lichaam krijgt het zwaar te verduren.

Sander wordt met een traumahelikopter naar het ziekenhuis vervoerd. De artsen stellen vast dat hij licht hersenletsel heeft opgelopen en een polsbreuk. De arts zegt: 'Je hebt geluk gehad. Het scheelde maar een haar of je had je rug gebroken. Dan had je de rest van je leven in een rolstoel gezeten. Dankzij je beschermende vest is dat niet gebeurd. En je helm heeft je leven gered.'



1 Sander tijdens de wedstrijd



2 het beschermende vest dat hij droeg

TYPEN BEENDEREN

Het skelet heeft twee typen beenderen: pijpbeenderen en platte beenderen (zie afbeelding 3).

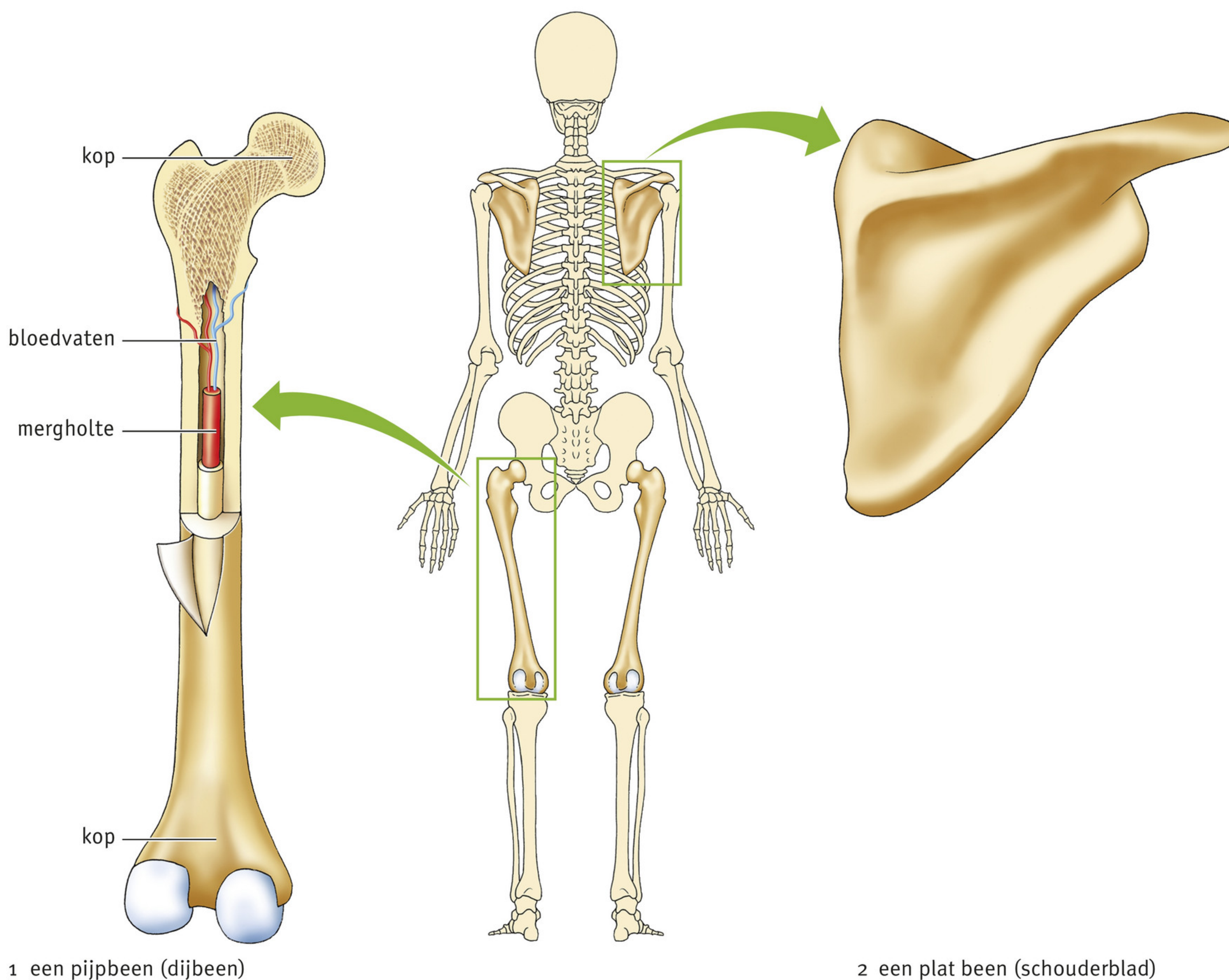
Pijpbeenderen zijn langwerpig en komen vooral voor in de ledematen. In de koppen van de pijpbeenderen zitten veel kleine holten in het beenweefsel. In deze holten zit **rood beenmerg**. In het rode beenmerg worden bloedcellen gevormd. Bij een pijpbeen zit tussen de koppen de **mergholte**. In de mergholte zit **geel beenmerg**. In het gele beenmerg is vet opgeslagen.

Platte beenderen komen vooral voor in de schedel en in de romp.

Voorbeelden van platte beenderen zijn de schedelbeenderen, de ribben en de schouderbladen. Ook in platte beenderen zit rood beenmerg. In platte beenderen zit geen mergholte en geen geel beenmerg.

▼ **Afb. 3** Pijpbeenderen en platte beenderen.

WB OPDRACHT 1 T/M 6 BLZ. 102



VORM EN FUNCTIE

Het skelet geeft vorm aan het lichaam. De vorm van het lichaam heeft te maken met de omgeving waarin een organisme leeft (zijn functie). Een dolfijn heeft bijvoorbeeld een gestroomlijnd lichaam (zie afbeelding 4).

- **Afb. 4** Een dolfijn heeft een gestroomlijnd lichaam.

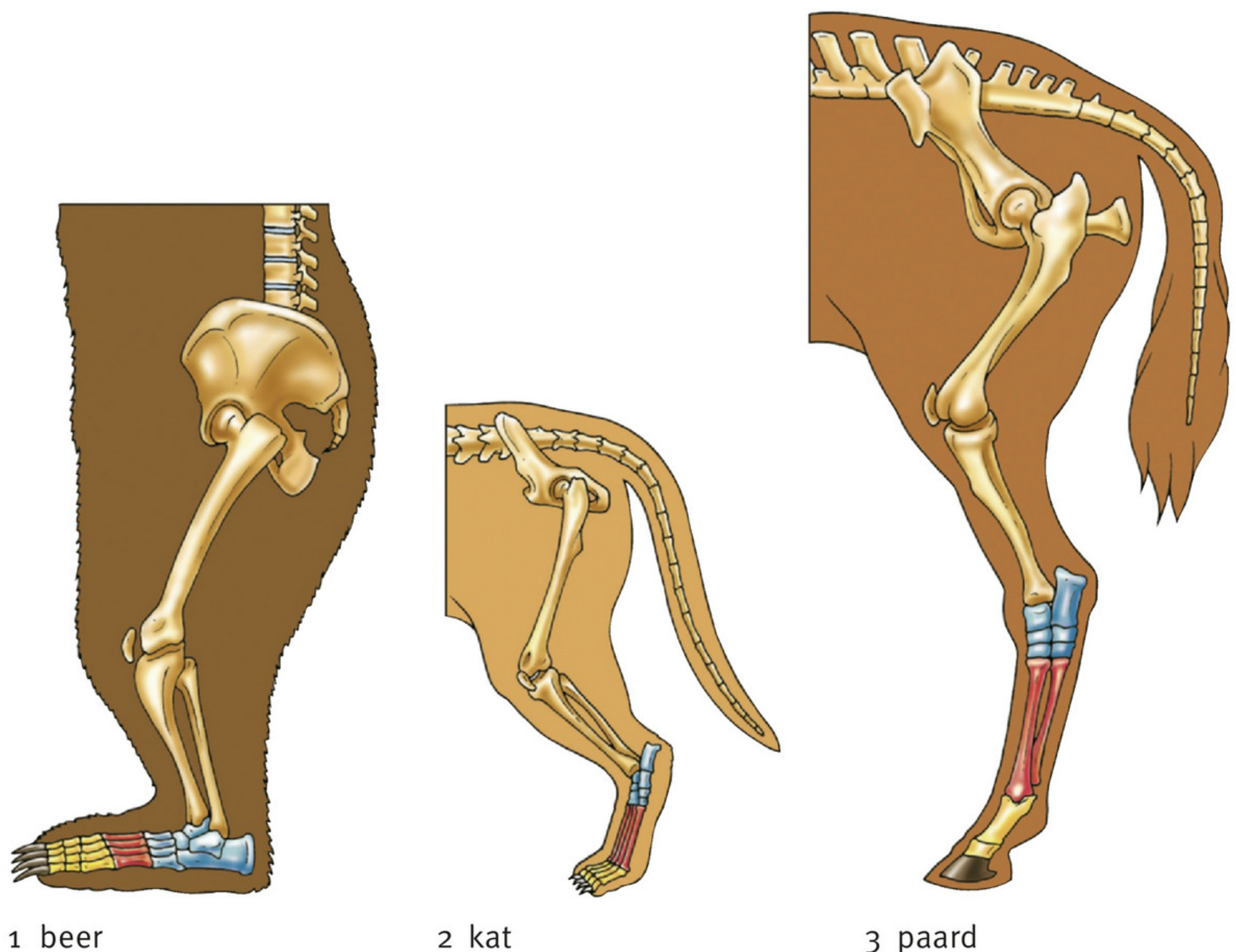


In afbeelding 5 zijn de achterpoten van een beer, een kat en een paard schematisch getekend. De vorm van deze poten heeft ook te maken met de functie ervan.

Je ziet dat een beer op de hele voetzool loopt. Hierdoor is het steunoppervlak groot. We noemen een beer daarom een **zoolganger**. Katten zijn **teengangers** en paarden zijn **hoefgangers**. Hoefgangers lopen op de toppen van hun tenen. De toppen zijn bedekt met hoeven. Door het lopen op de toppen van de tenen zijn de poten lang.

WB OPDRACHT 7 EN 8 BLZ. 106

- **Afb. 5** Zoolgangers, teengangers en hoefgangers.



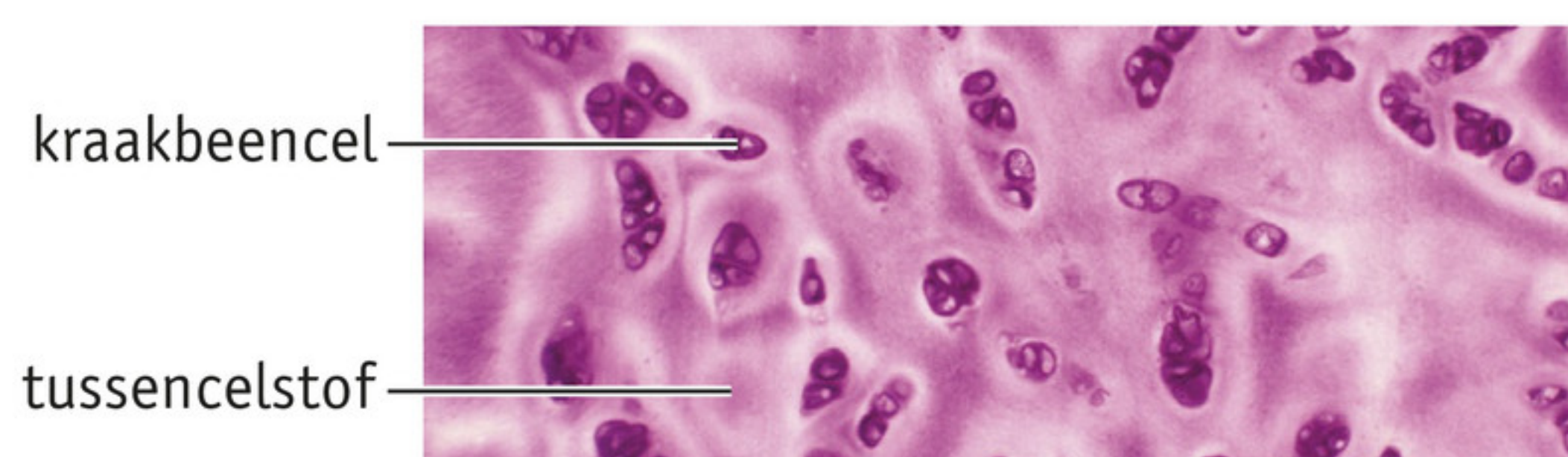
2 Kraakbeenweefsel en beenweefsel

Het puntje van je neus is stevig, maar ook buigzaam. De bovenkant van je hoofd is stevig en hard, maar niet buigzaam. Dit komt door het verschil tussen kraakbeenweefsel en beenweefsel. Kraakbeenweefsel is buigzamer en minder hard dan beenweefsel. Beide typen weefsel vormen het skelet en geven je lichaam stevigheid.

KRAAKBEENWEEFSEL

Zowel bij kraakbeenweefsel als bij beenweefsel komt tussencelstof voor. De **tussencelstof** wordt gemaakt door cellen. Bij **kraakbeenweefsel** liggen de cellen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof (zie afbeelding 6). De tussencelstof is zo samengesteld dat kraakbeen stevig is, maar toch buigzaam. Bij volwassenen komt kraakbeen voor op plaatsen in het lichaam die stevig en toch soepel zijn, bijvoorbeeld in de neus en in de oorschelpen. In afbeelding 1 in basisstof 1 zie je nog andere plaatsen van het skelet die uit kraakbeen bestaan. Deze delen zijn met blauw aangegeven.

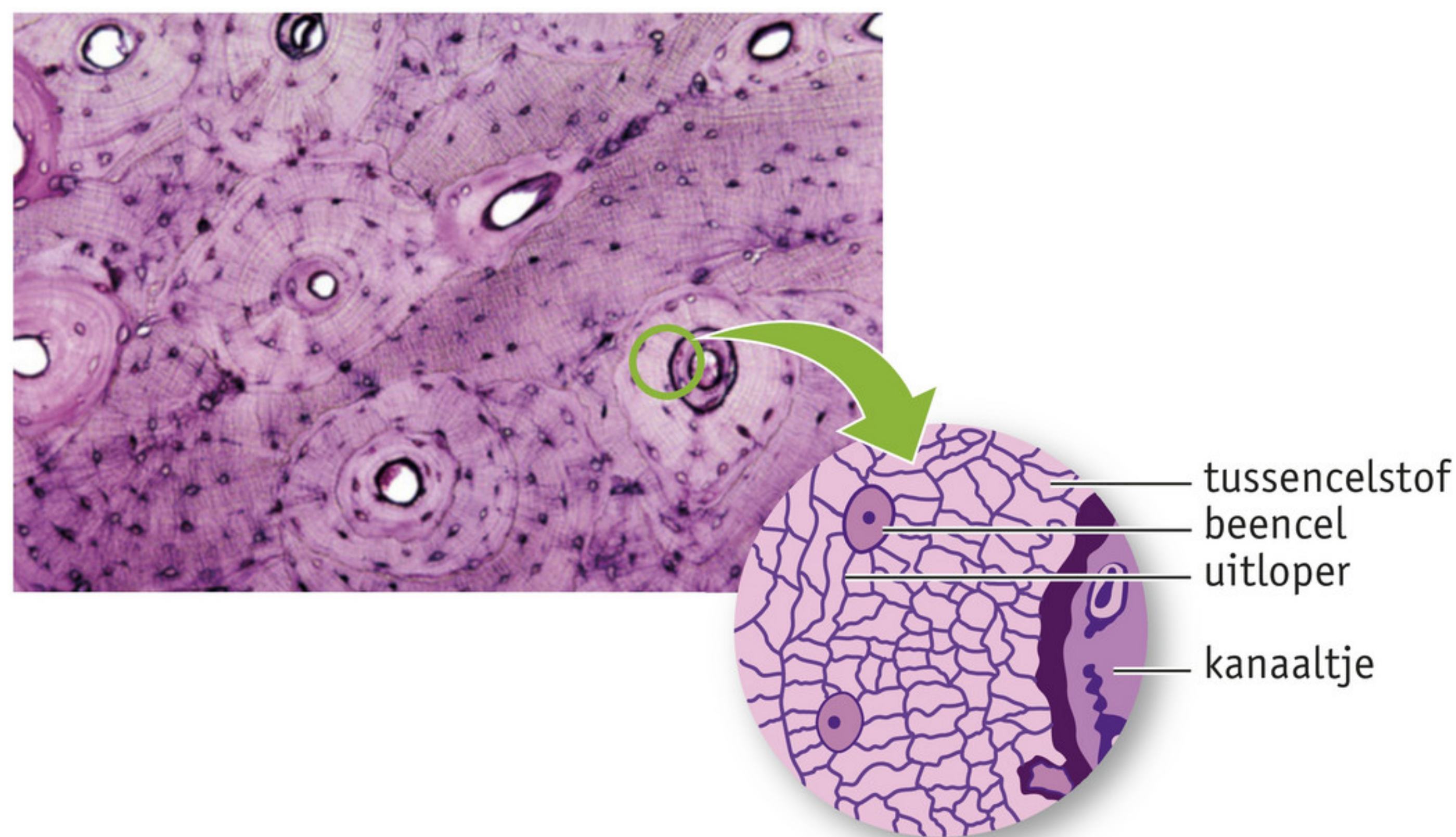
► **Afb. 6** Kraakbeenweefsel (microscopische foto).



BEENWEEFSEL

Bij **beenweefsel** liggen de cellen in kringen rondom fijne kanaaltjes (zie afbeelding 7). Door die kanaaltjes lopen bloedvaten. De tussencelstof van been is harder dan de tussencelstof van kraakbeen. De tussencelstof van been bestaat voor een groot deel uit kalkzouten en lijmstof. **Kalkzouten** geven stevigheid (hardheid) aan beenweefsel. **Lijmstof** zorgt ervoor dat beenweefsel een beetje buigzaam blijft. Dankzij de kalkzouten en de lijmstof is een bot stevig en kun je het niet zomaar buigen of breken (zie afbeelding 8).

▼ **Afb. 7** Beenweefsel.



▼ **Afb. 8** Een bot buigt of breekt niet zomaar.



Als je een bot in een zoutzuuroplossing legt, gaan de kalkzouten uit het bot. Het bot wordt hierdoor erg buigzaam (zie afbeelding 9). Als je een bot in een vlam houdt, verbrandt de lijmstof. Het bot breekt dan gemakkelijk (zie afbeelding 10).

► **Afb. 9** Botjes in een zoutzuuroplossing.



1 in zoutzuur lossen kalkzouten op



2 zonder kalkzouten buigt een botje gemakkelijk

► **Afb. 10** Botjes in een vlam.



1 in een vlam verbrandt de lijmstof



2 zonder lijmstof breekt een botje gemakkelijk

VERANDERINGEN IN HET SKELET

Bij baby's bestaat het skelet voornamelijk uit kraakbeenweefsel. Tijdens de groei wordt veel kraakbeenweefsel vervangen door beenweefsel. Het skelet van volwassenen bestaat voor het grootste deel uit beenweefsel. Bij kinderen bevat de tussencelstof van beenweefsel nog veel lijmstof. Als mensen ouder worden, gaat de tussencelstof van beenweefsel steeds minder lijmstof en steeds meer kalkzouten bevatten. Bij oude mensen bevat de tussencelstof weinig lijmstof. Hun beenderen zijn daardoor minder buigzaam en breken gemakkelijker.

WB OPDRACHT 9 T/M 12 BLZ. 108

WB PRACTICUM 1 EN 2 BLZ. 128

3 Beenverbindingen

De beenderen in het skelet zijn op verschillende manieren met elkaar verbonden. Om beweging mogelijk te maken, zit tussen sommige beenderen een beweeglijke verbinding. De knie is zo'n beweeglijke verbinding. Beenderen die samen een orgaan beschermen, zoals die van je schedel, zijn onbeweeglijk met elkaar verbonden.

BEWEEGLIJKE EN ONBEWEEGLIJKE VERBINDINGEN

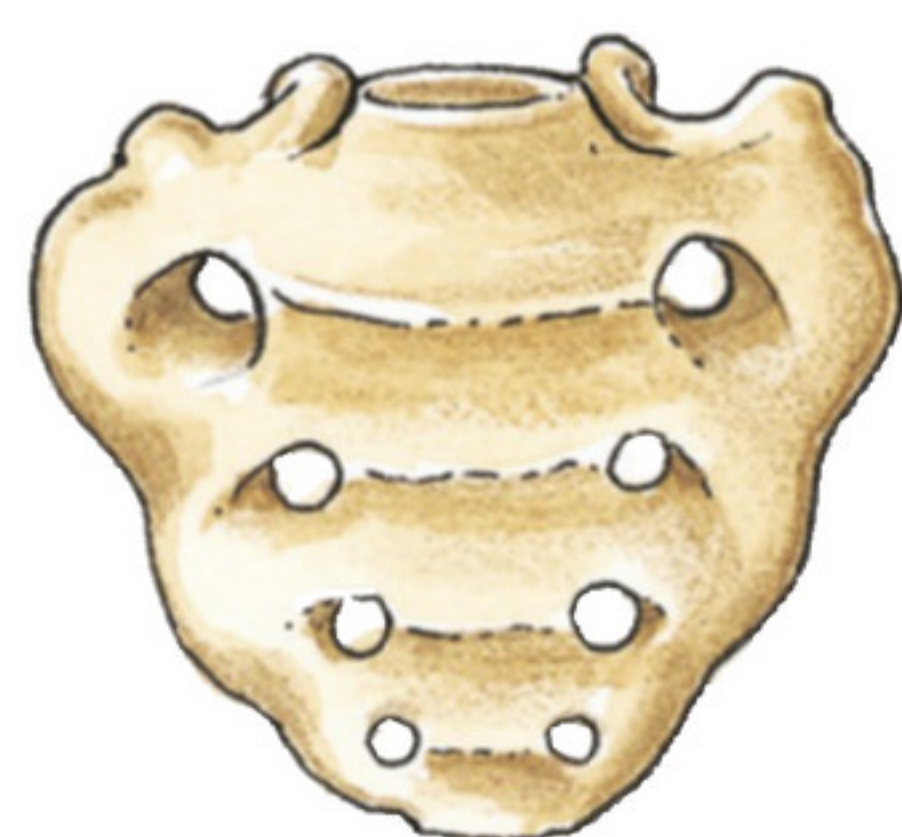
In afbeelding 11 zie je vier manieren waarop beenderen met elkaar verbonden kunnen zijn. Onder aan de wervelkolom zijn enkele wervels met elkaar **vergroeid**. Ze vormen samen het heiligbeen. Daaronder zijn enkele kleinere wervels met elkaar vergroeid tot het staartbeen. Wervels die met elkaar zijn vergroeid, kunnen niet bewegen.

De meeste schedelbeenderen zijn door een **naad** met elkaar verbonden. Ook hierbij is geen beweging mogelijk.

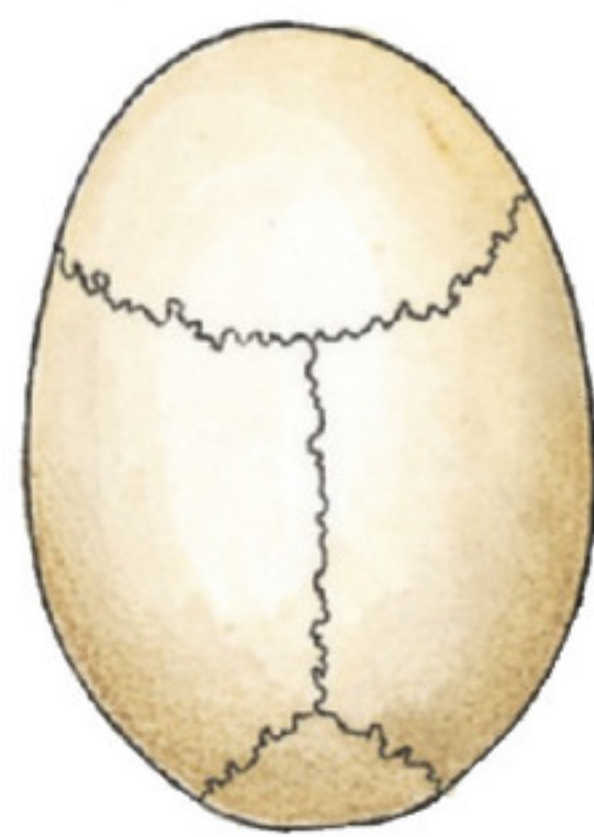
De ribben en het borstbeen zijn door **kraakbeen** met elkaar verbonden (zie afbeelding 12). Ook tussen de wervels zit kraakbeen. Doordat kraakbeen buigzaam is, is er een beetje beweging mogelijk. Als je ademhaalt bijvoorbeeld, wordt je borstkas groter en kleiner.

Beenderen kunnen ook door **gewrichten** met elkaar zijn verbonden. In je armen en benen zitten veel gewrichten. Bij gewrichten is veel beweging mogelijk.

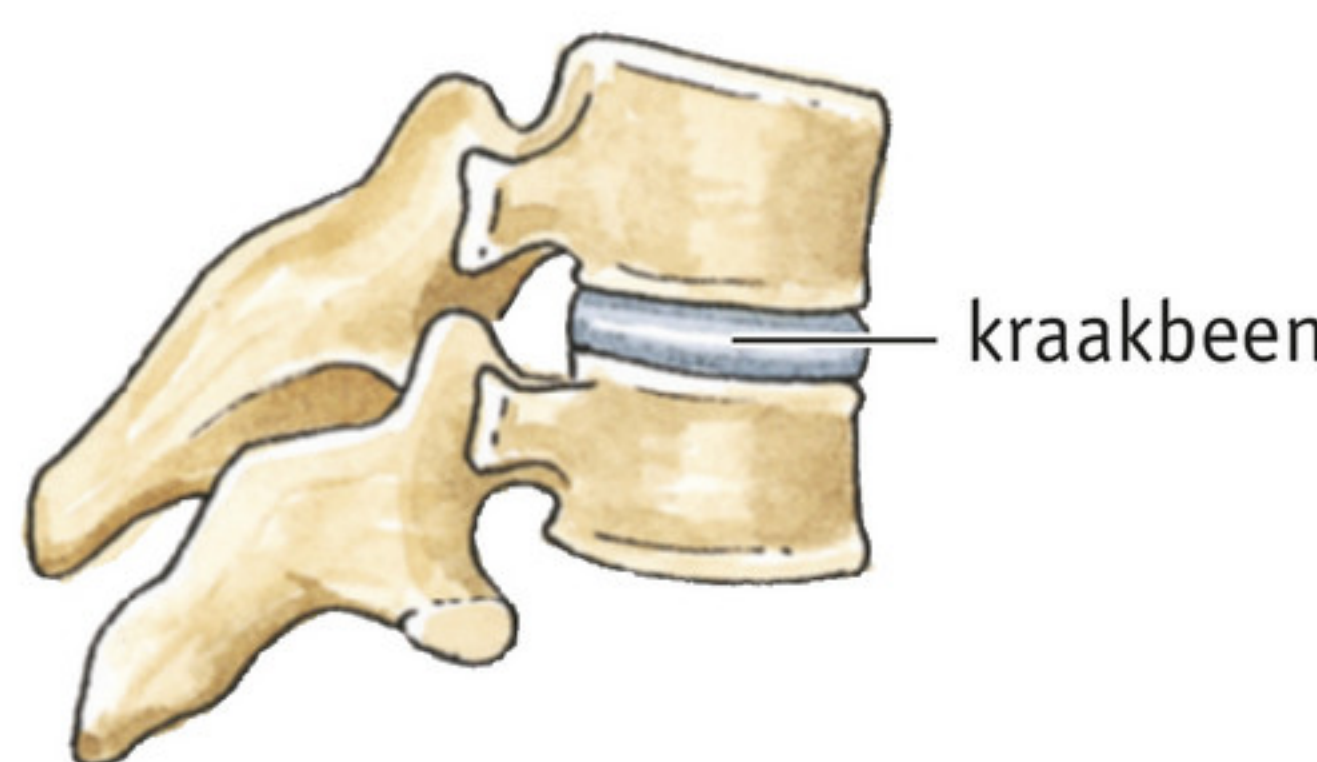
▼ **Afb. 11** Beenverbindingen.



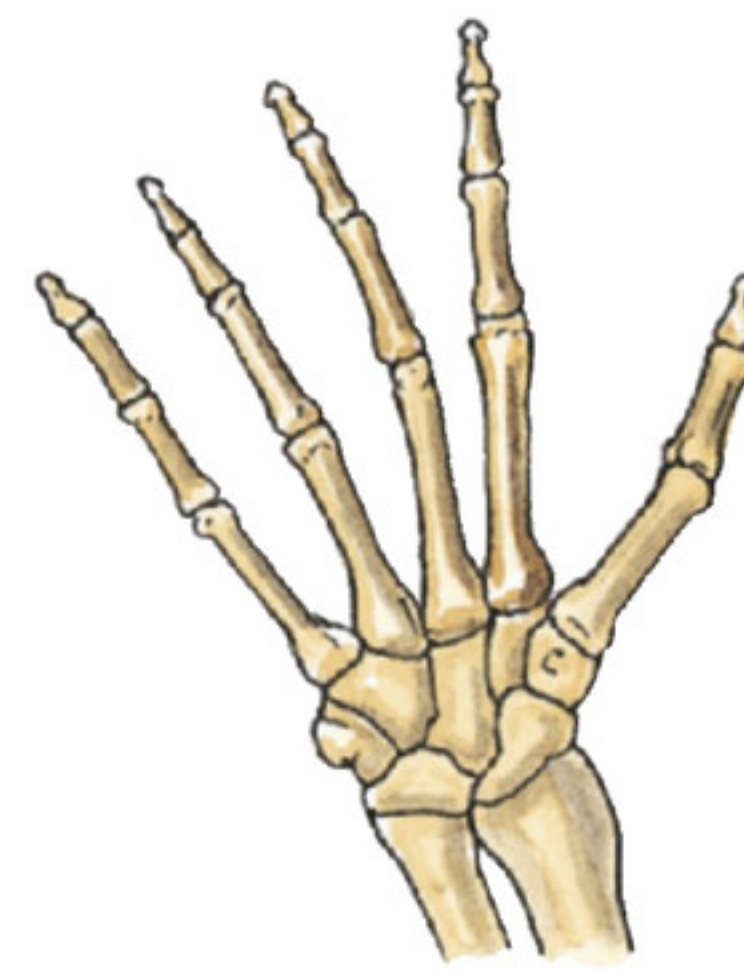
1 vergroeid
(heiligbeen)



2 door een naad
(schedelbeenderen)

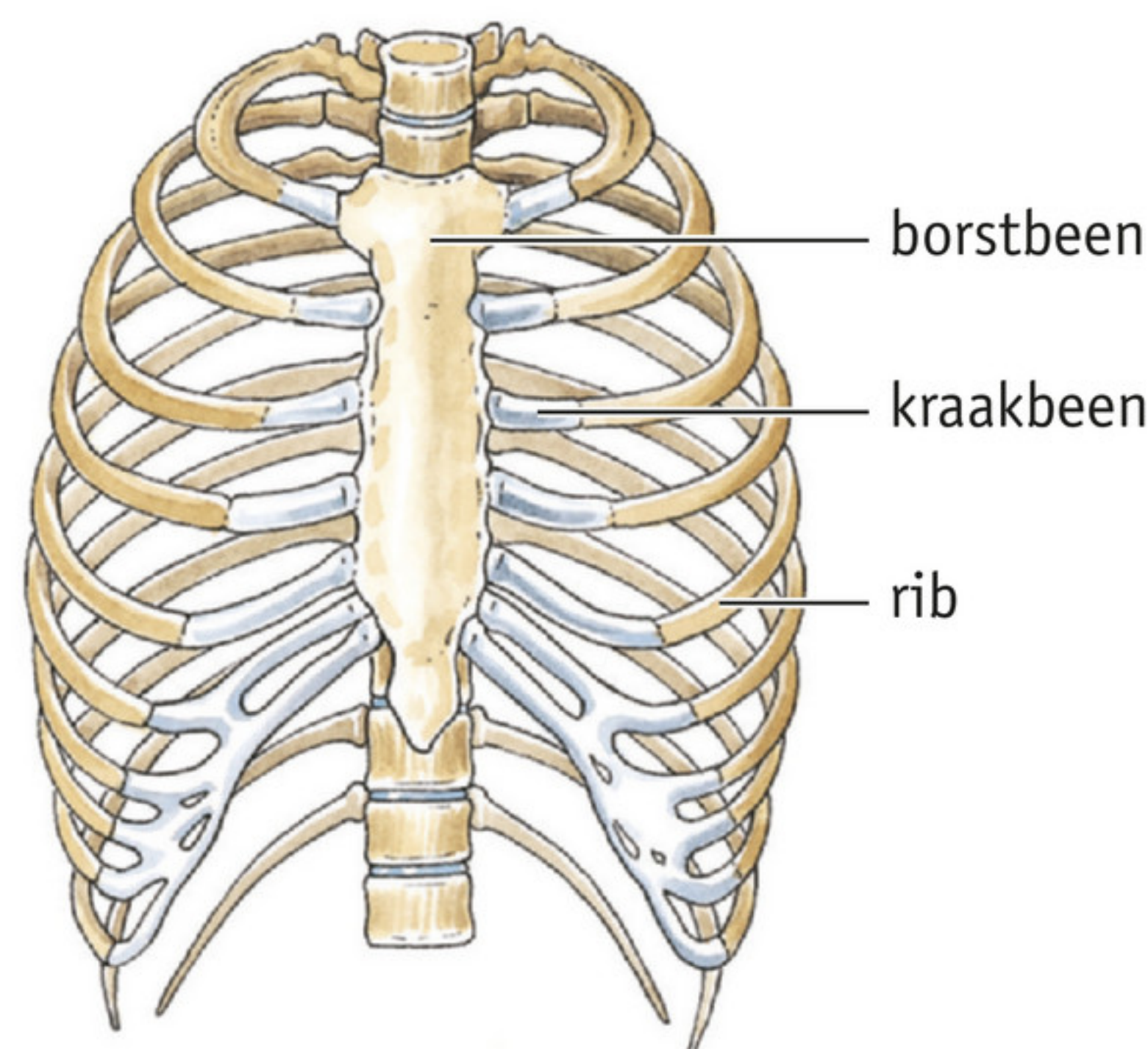


3 door kraakbeen
(wervels)

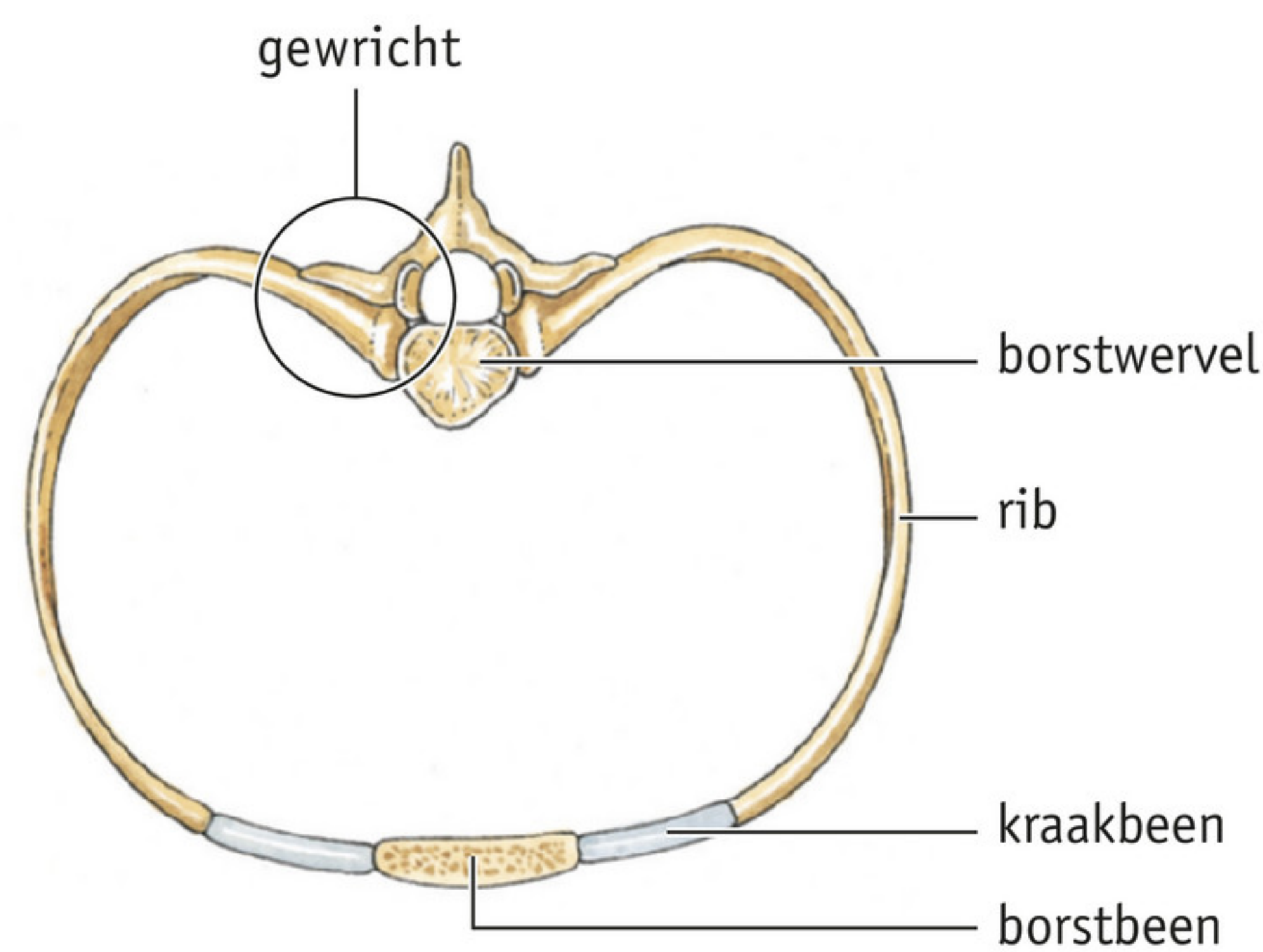


4 door gewrichten
(vingerkootjes)

► **Afb. 12** De borstkas van de mens.



1 vooraanzicht



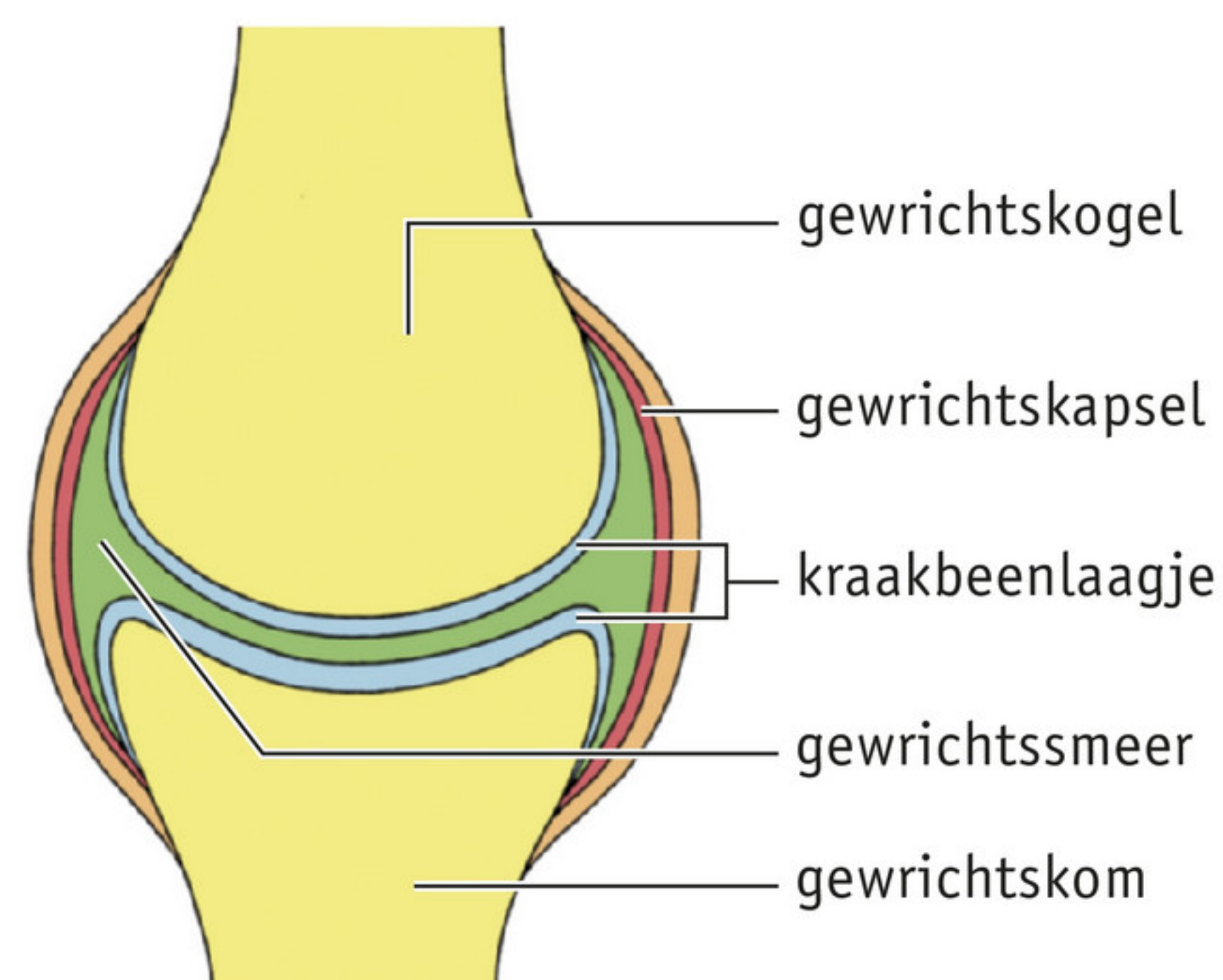
2 verbindingen tussen borstwervel, ribben en borstbeen (bovenaanzicht)

BOUW VAN EEN GEWRICHT

In afbeelding 13 zie je een schematische tekening van een gewricht dat twee botten met elkaar verbindt. Het ene bot heeft een **gewrichtskogel** en het andere een **gewrichtskom**. De gewrichtskogel kan bewegen in de gewrichtskom. De gewrichtskogel en de gewrichtskom zijn beide bedekt met een **kraakbeenlaagje**. Door het kraakbeen kunnen de botten soepel bewegen.

De botten van een gewricht zitten met het **gewrichtskapsel** aan elkaar vast. De binnenkant van het gewrichtskapsel geeft **gewrichtssmeer** af. Dat is een stroperige vloeistof die werkt als een soort smeervet. Ook door gewrichtssmeer kunnen de botten soepel bewegen. Het gewrichtskapsel zorgt er ook voor dat de botten op hun plaats blijven. Dat merk je bijvoorbeeld als je je vingers probeert achterover te buigen (zie afbeelding 14).

► **Afb. 13** Doorsnede van een gewricht.



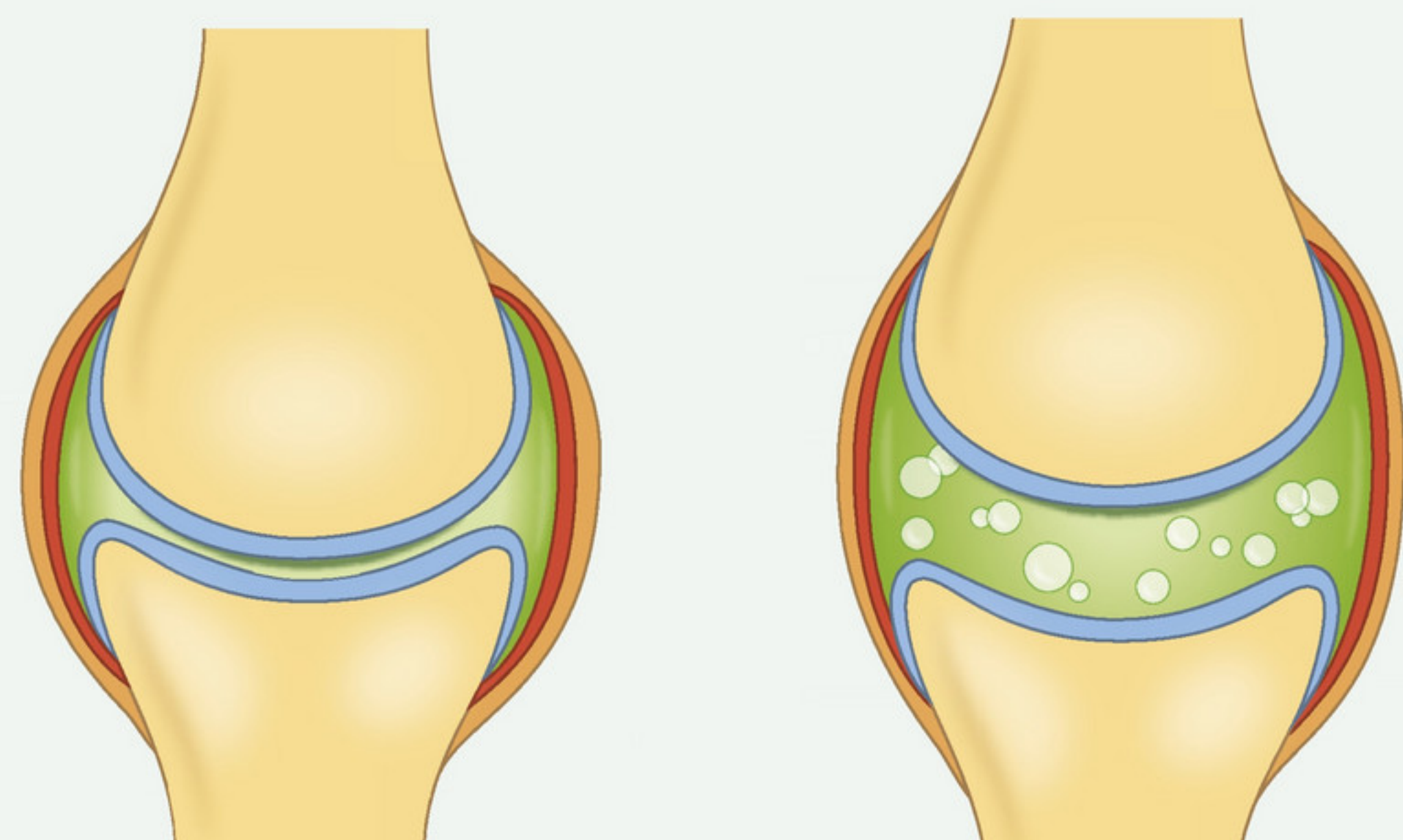
▼ **Afb. 14**

Knakkende vingers

Veel mensen vinden het een vreselijk geluid: knakkende vingers. Je kunt dit geluid horen als je aan je vingers trekt of ze achterover buigt (zie de foto). Hoe ontstaat dat knakgeluid eigenlijk? Canadese onderzoekers zochten het uit. Ze lieten een proefpersoon in een MRI-scanner liggen. Op het beeldscherm van dit apparaat zie je dan doorsneden van het lichaam op de gewenste plaats.

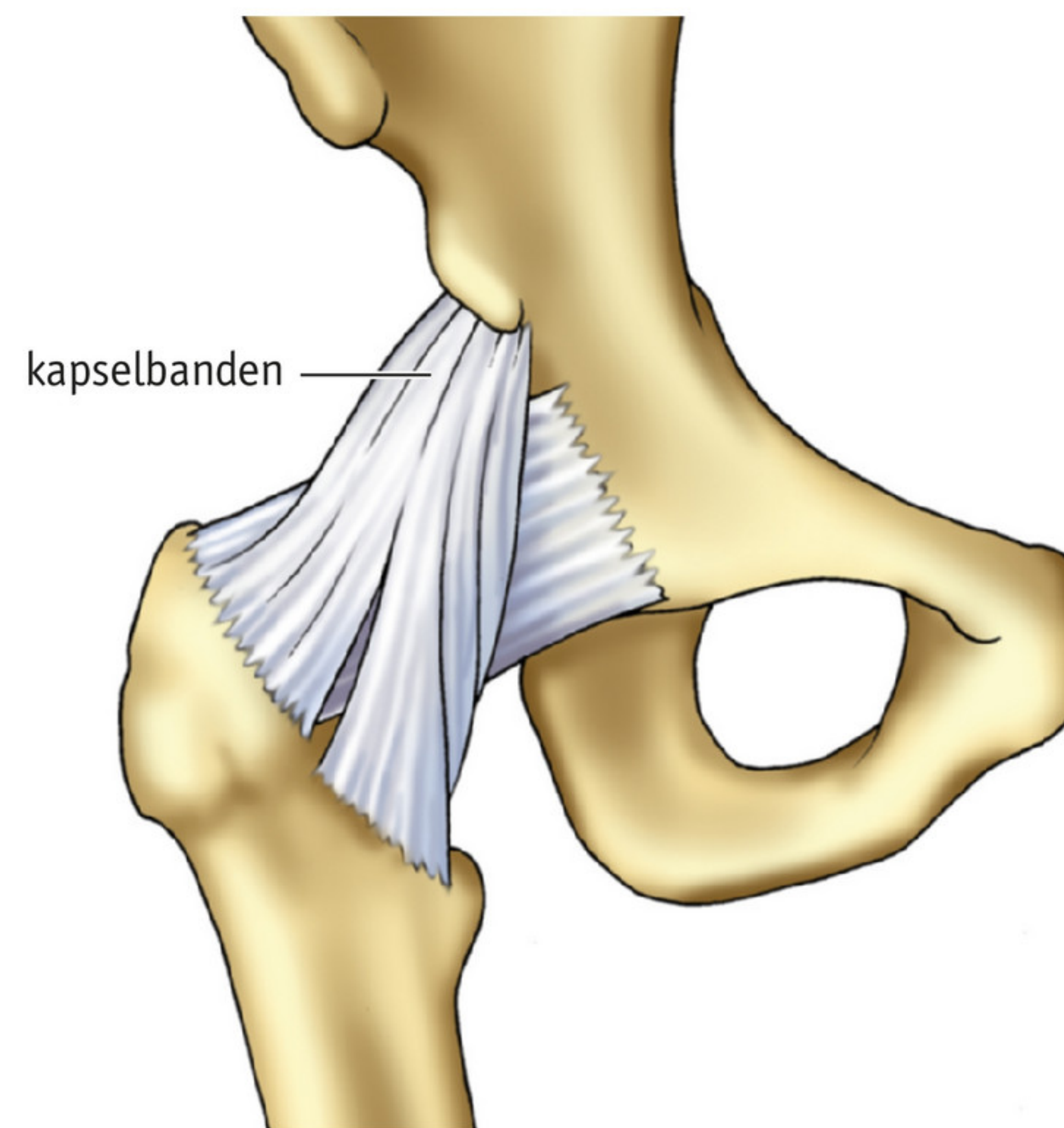


Vervolgens trokken ze langzaam aan een vinger tot die knakte. Op het beeldscherm werd zichtbaar wat er in het vingergewricht gebeurt tijdens de knak. Tijdens het trekken wordt de gewrichtsvloeistof opgerekt. Als de rek eruit is, ontstaan holten in de gewrichtsvloeistof en hoor je een knakgeluid.

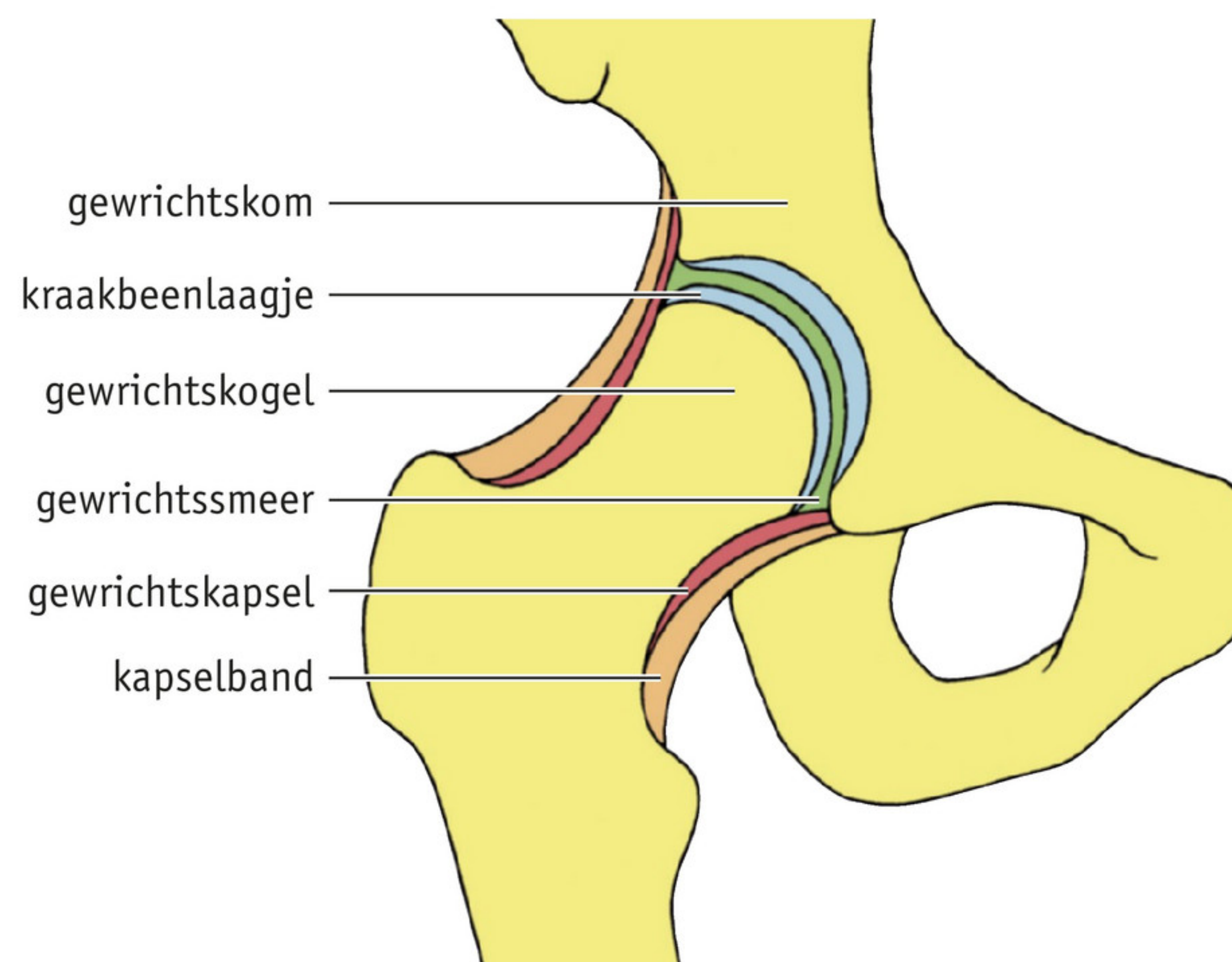


Bij veel gewrichten zitten stevige **kapselbanden** om het gewricht heen (zie afbeelding 15). Deze kapselbanden helpen mee de botten op hun plaats te houden.

► **Afb. 15** Een gewricht met kapselbanden (schematisch).



1 buitenaanzicht van het gewricht



2 doorsnede van het gewricht

TYPEN GEWRICHTEN

In afbeelding 16 zie je drie typen gewrichten: kogelgewrichten, scharniergewrichten en rolgewrichten.

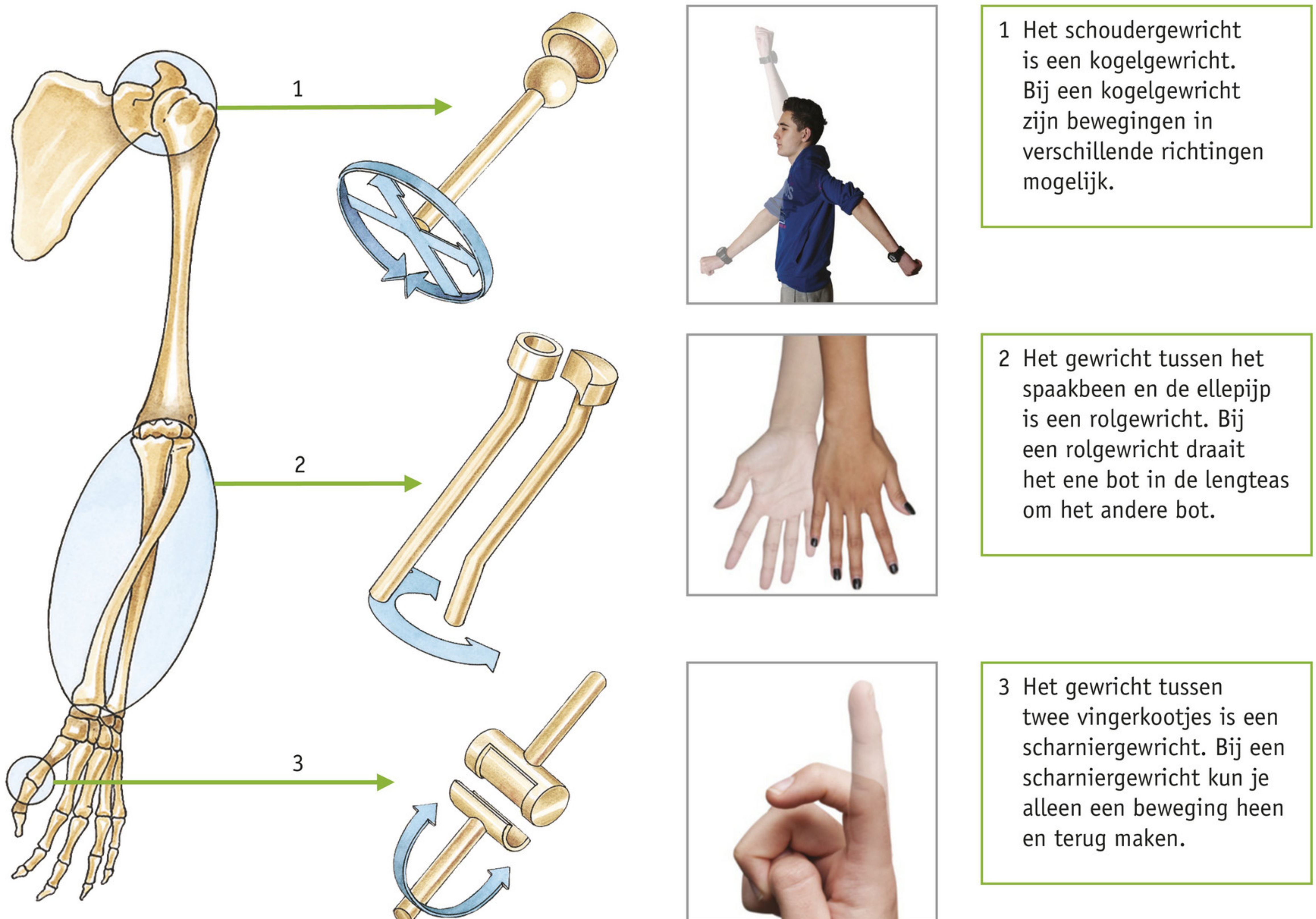
Bij een **kogelgewricht** draait de gewrichtskogel van het ene bot in de gewrichtskom van het andere. Bij een kogelgewricht is beweging mogelijk in verschillende richtingen. Met je schoudergewricht bijvoorbeeld kun je een draaiende beweging maken. Probeer maar.

Bij een **rolgewricht** draait het ene bot in de lengteas om het andere bot. Het gewricht tussen spaakbeen en ellepijp in de arm is een rolgewricht. Door de beweging van spaakbeen en ellepijp kun je de palm (binnenkant) van je hand naar voren of naar achter houden. Probeer maar.

Bij een **scharniergewricht** beweegt het ene bot als een scharnier ten opzichte van het andere bot. Hierbij kun je alleen een beweging heen en terug maken. Een draaiende beweging is niet mogelijk. Met de gewrichten in de vingers bijvoorbeeld kun je je vingers alleen heen en terug bewegen. Met je ellebooggewricht kun je je arm alleen buigen en strekken. Zijwaartse bewegingen van de onderarm maak je vanuit het schoudergewricht. Probeer maar.

WB OPDRACHT 13 T/M 18 BLZ. 111

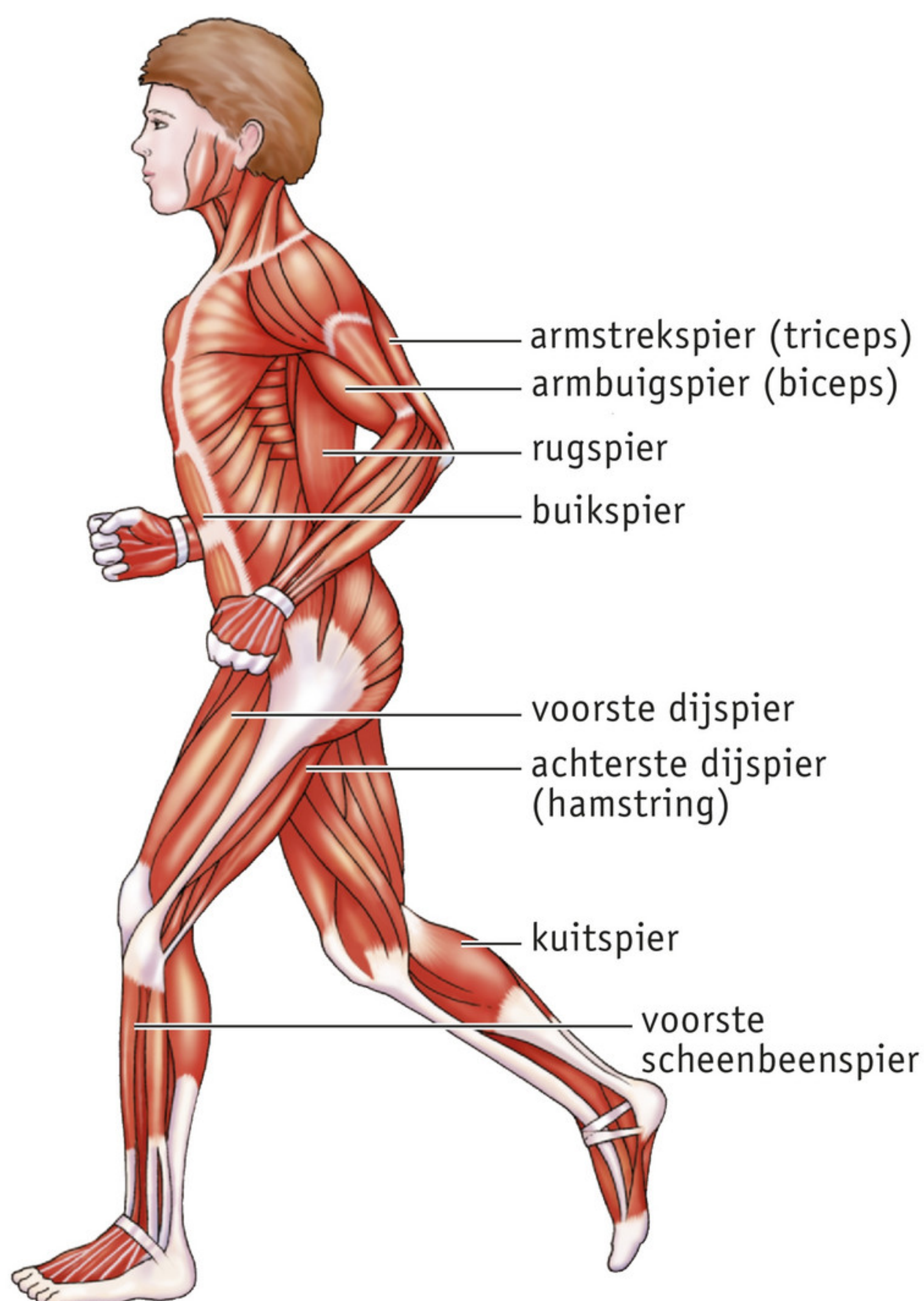
▼ Afb. 16 Drie typen gewrichten.



4 Spieren

Met je spieren beweeg je je lichaam. Al je spieren samen vormen je spierstelsel (zie afbeelding 17).

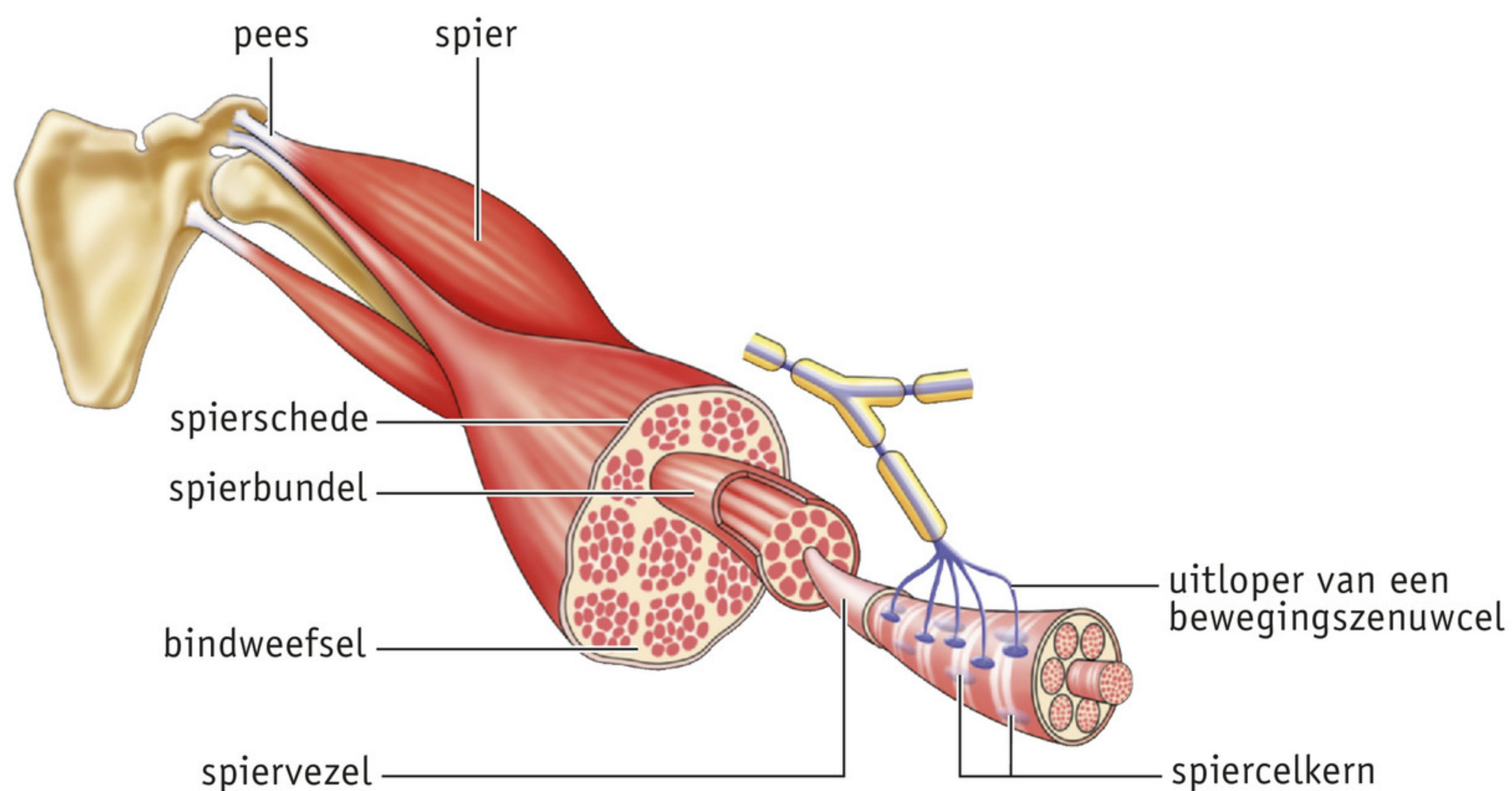
► **Afb. 17** Het spierstelsel van de mens.

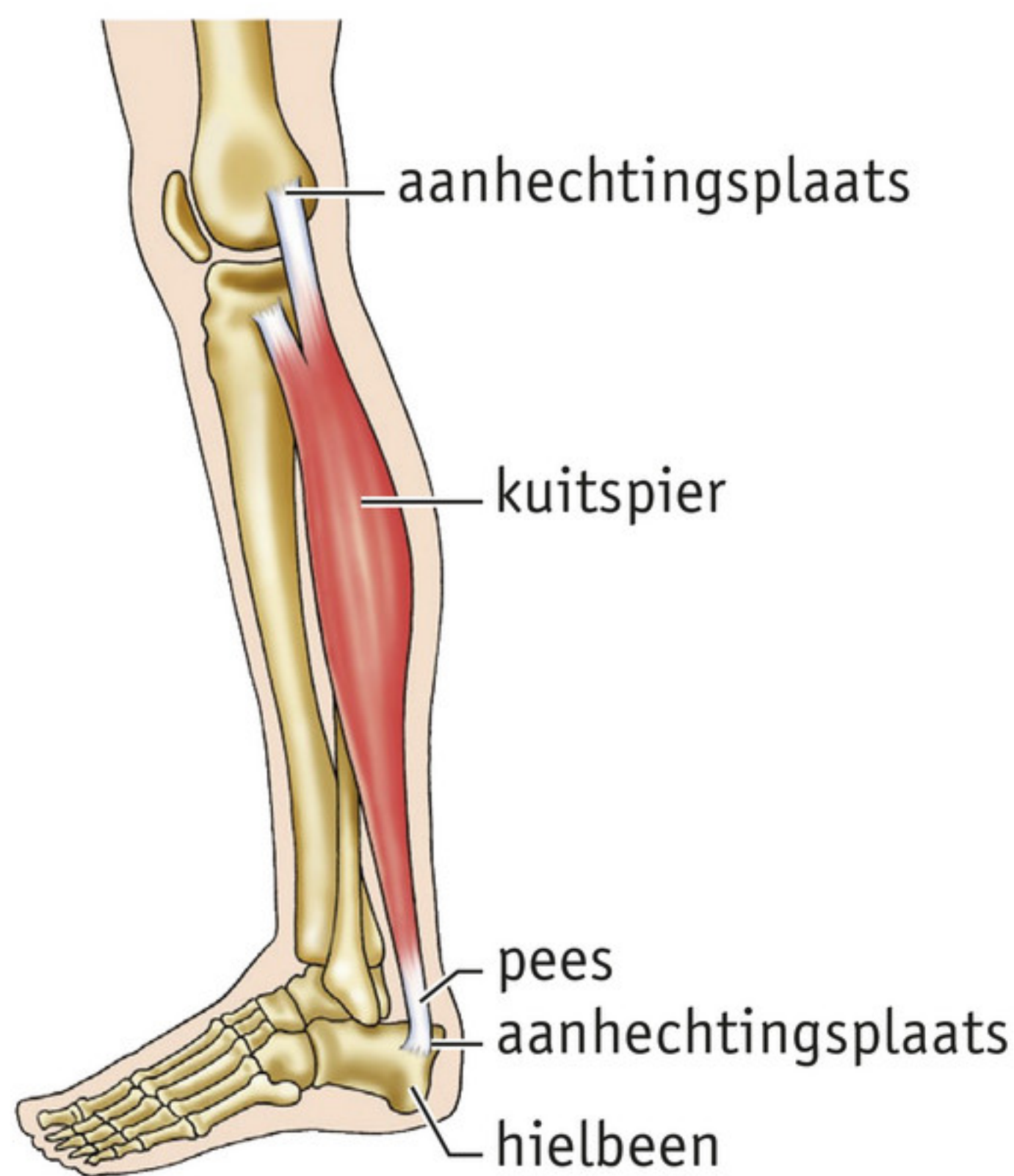


BOUW VAN EEN SPIER

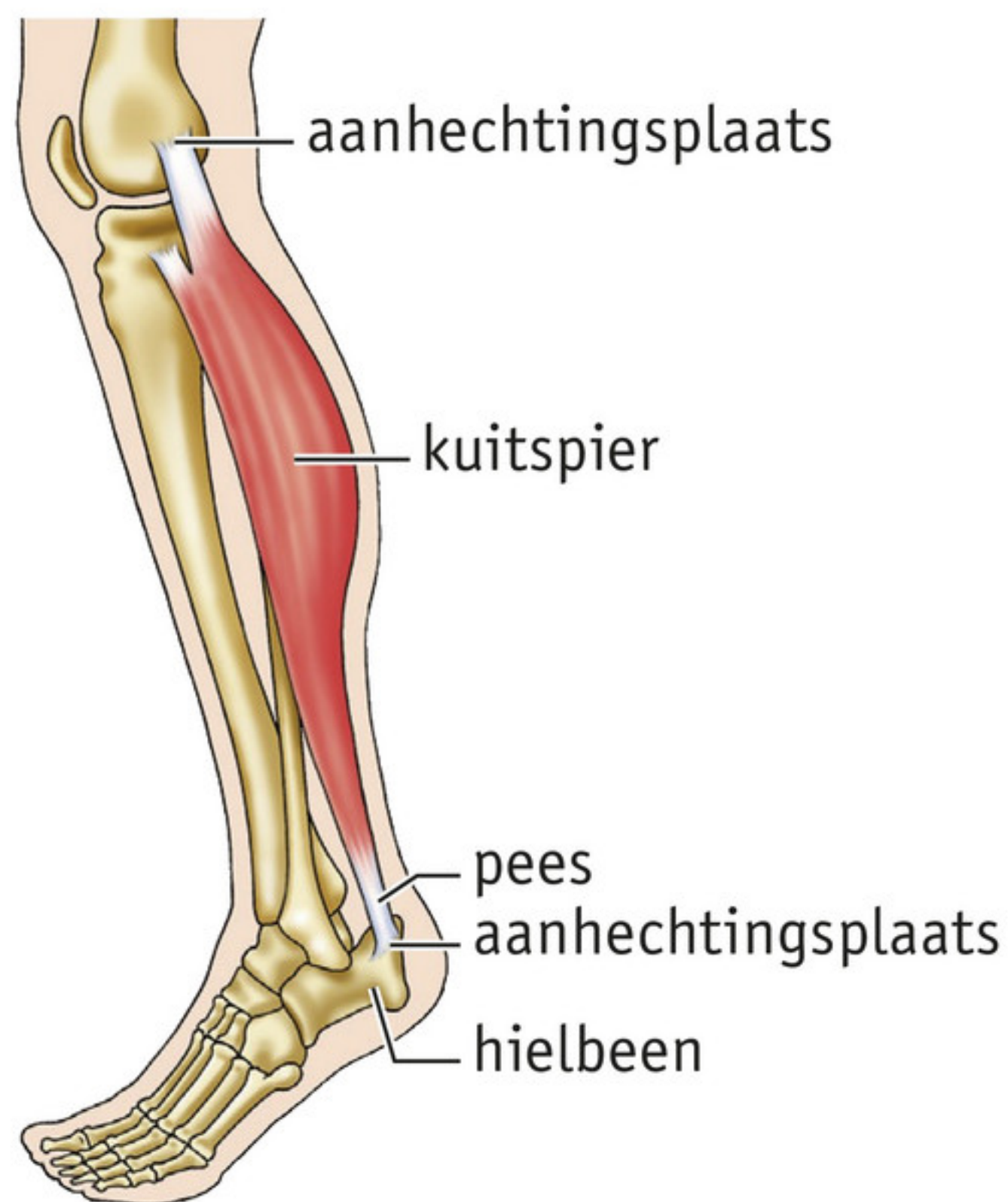
In afbeelding 18 is de bouw van een spier schematisch getekend. Een spier zit met **pezen** aan beenderen vast. Om de spier heen ligt een laag **bindweefsel**: de **spierschede**. Het bindweefsel geeft een spier stevigheid. Aan de beide uiteinden van de spier gaat het bindweefsel van de spierschede over in de pezen.

► **Afb. 18** De bouw van een spier (schematisch).



▼ **Afb. 19** De kuitspier.

1 kuitspier ontspannen



2 kuitspier samengetrokken

Een spier bestaat uit een aantal **spierbundels**. Elke spierbundel is ook omgeven door bindweefsel. Een spierbundel bestaat uit een aantal **spiervezels**. Elke spiervezel is ontstaan door samensmelting van vele spiercellen. Een spiervezel bevat dan ook veel celkernen.

WERKING VAN EEN SPIER

In thema 5 Regeling heb je geleerd dat impulsen via bewegingszenuwcellen naar spieren worden geleid. Door deze impulsen trekken spiervezels zich samen. Hierdoor worden de spiervezels korter. Als een aantal spiervezels van een spier zich samentrekt, wordt de spier korter. Voor het samentrekken is energie nodig. Bij grote inspanningen trekken veel spiervezels samen. Er vindt dan veel verbranding plaats. Daarvoor zijn veel voedingsstoffen en zuurstof nodig.

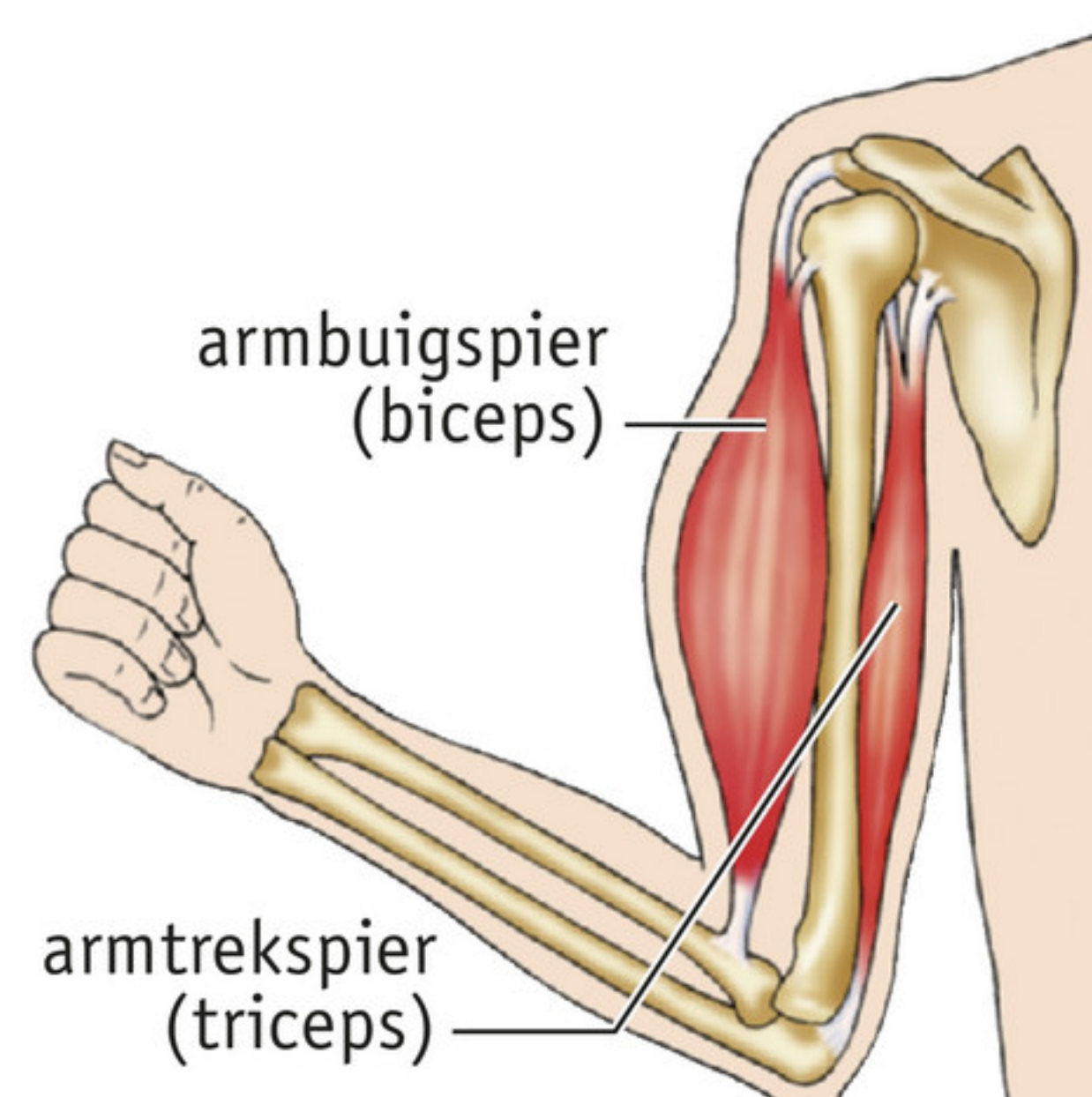
De plaats waar een pees aan een bot vastzit, heet de **aanhechtingsplaats** (zie afbeelding 19). Een spier kan zich samentrekken, maar een pees niet. Als een spier zich samentrekt, wordt de spier korter en dikker. De spier trekt dan de botten waar de spier aan vastzit, naar elkaar toe. Zo ontstaat een beweging. In afbeelding 19 zie je wat er gebeurt als de kuitspier zich samentrekt. De kuitspier wordt korter, waardoor de afstand tussen de aanhechtingsplaatsen kleiner wordt. Het hielbeen beweegt in de richting van het dijbeen. Hierdoor strekt je voet en komt je lichaam omhoog.

ANTAGONISTEN

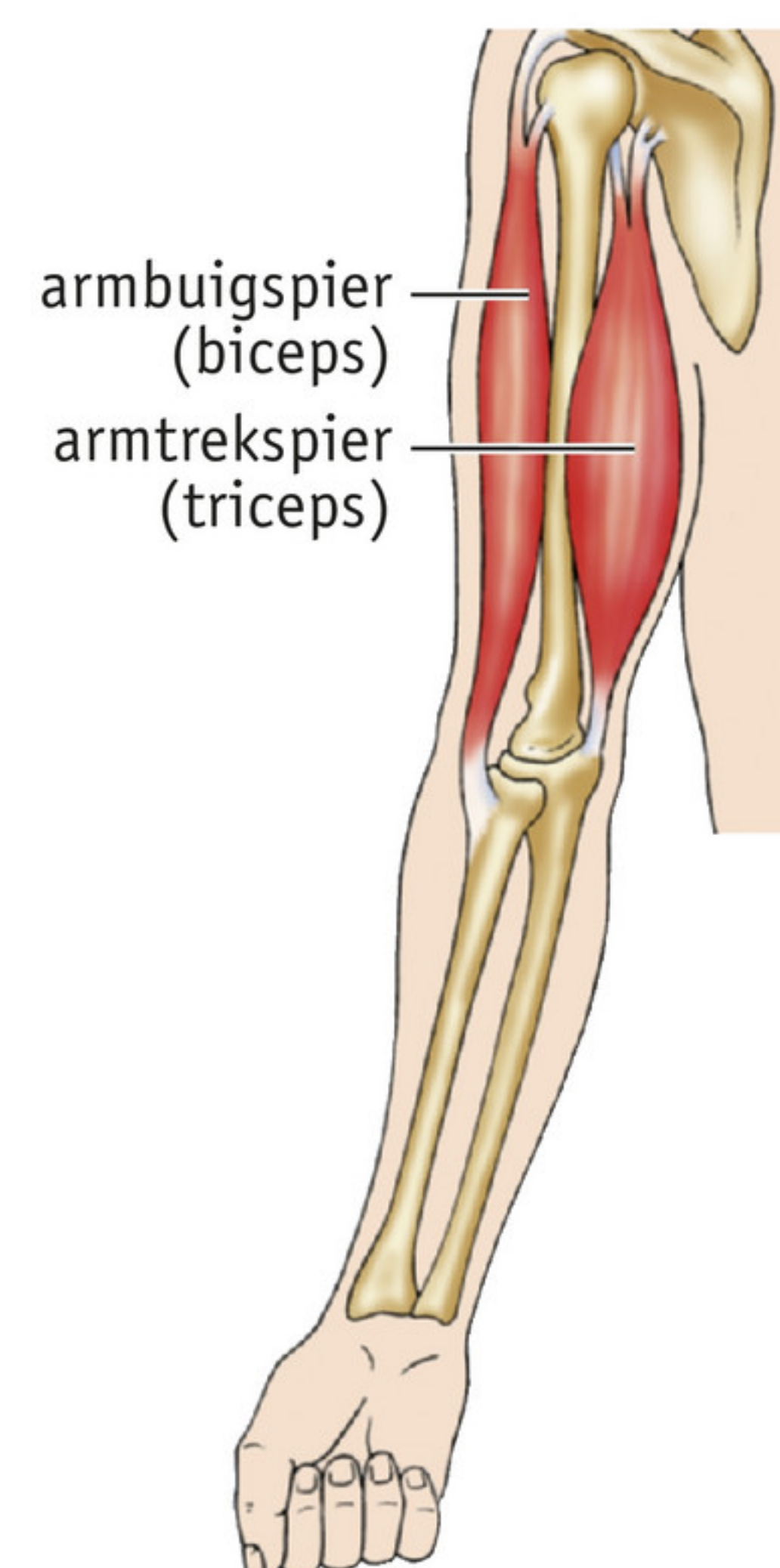
In afbeelding 20 zie je de spieren in de bovenarm. Met deze spieren kun je de onderarm bewegen. De ene spier is de **biceps**. Als deze zich samentrekt, buigt de arm. De biceps heet daarom ook wel de **armbuigspier**.

Een spier kan zich alleen samentrekken. De biceps kan de onderarm niet terugduwen in gestrekte stand. Om de arm weer te strekken, is een tweede spier nodig. De spier die de onderarm strekt, heet **triceps** of **armstrekspier**. Spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft, noemen we **antagonisten**.

WB OPDRACHT 19 T/M 23 BLZ. 115

► **Afb. 20** Bovenarmspieren.

1 arm gebogen



2 arm gestrekt

5 Houding en beweging

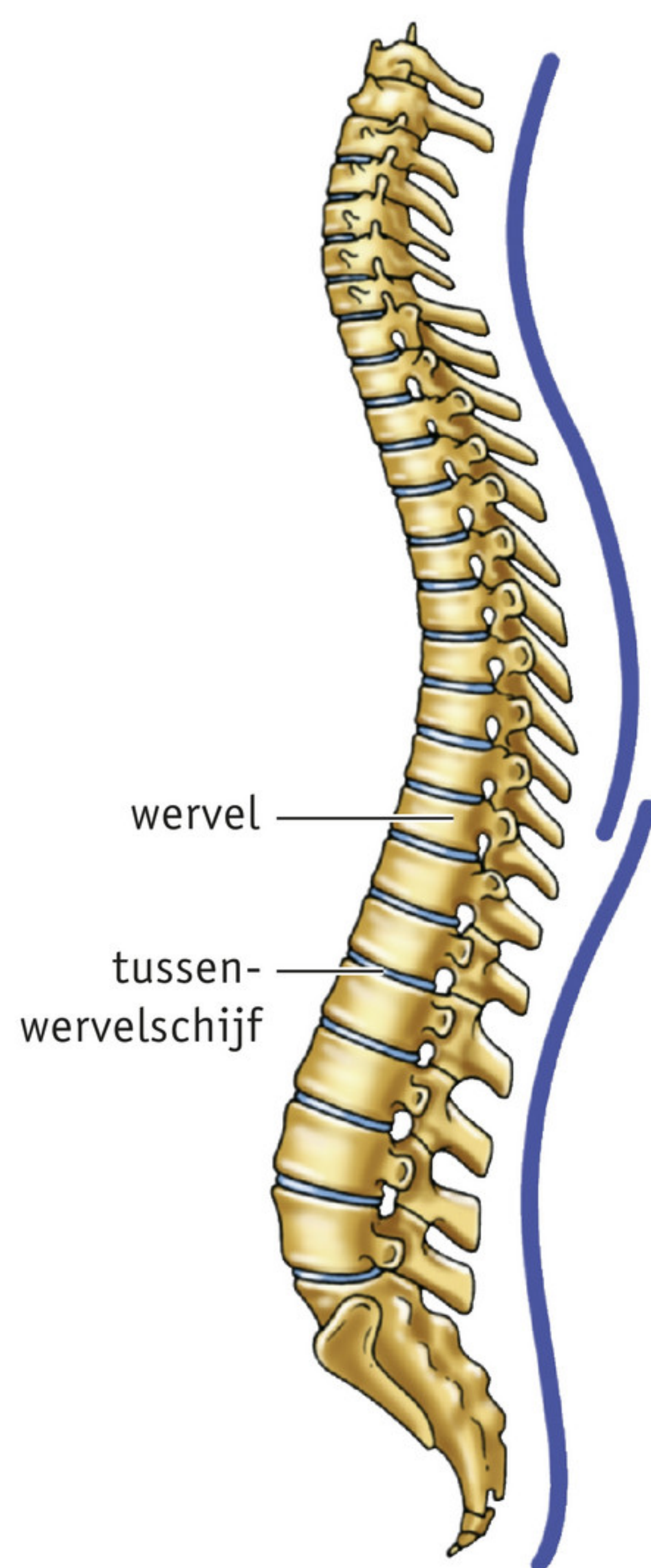
Veel mensen hebben weleens klachten die te maken hebben met het skelet of de spieren. Een goede lichaamshouding kan nek- en rugklachten verminderen en zelfs voorkomen. Vaak ontstaat een slechte lichaamshouding al tijdens de jeugd. Leer jezelf daarom nu al een goede lichaamshouding aan. Dat kan later pijn voorkomen.

WERVELKOLOM

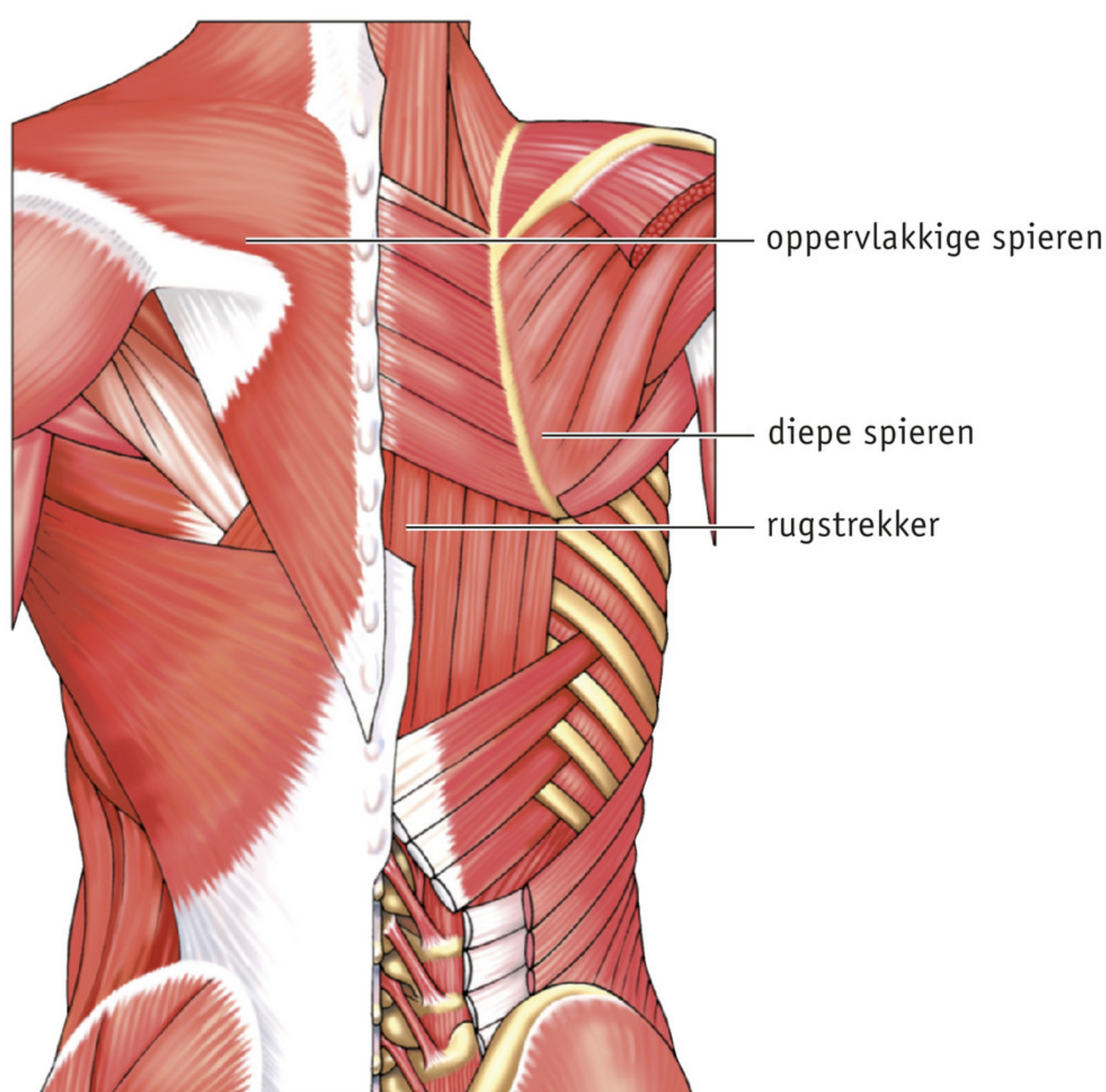
De wervelkolom bestaat uit wervels met tussen de wervels een schijfje kraakbeen. De schijfjes kraakbeen heten **tussenwervelschijven** (zie afbeelding 21). Ze werken als een soort schokbrekers. Door de tussenwervelschijven is de rug een beetje beweeglijk.

De vorm van de wervelkolom lijkt op tweemaal de letter S boven elkaar (zie afbeelding 21). We zeggen dat de wervelkolom een **dubbele-S-vorm** heeft. Deze vorm wordt in stand gehouden door **rugspieren** die aan de wervels zijn bevestigd (zie afbeelding 22). Door de dubbele-S-vorm en de tussenwervelschijven is de wervelkolom veerkrachtig. Hierdoor worden schokken tijdens het lopen opgevangen.

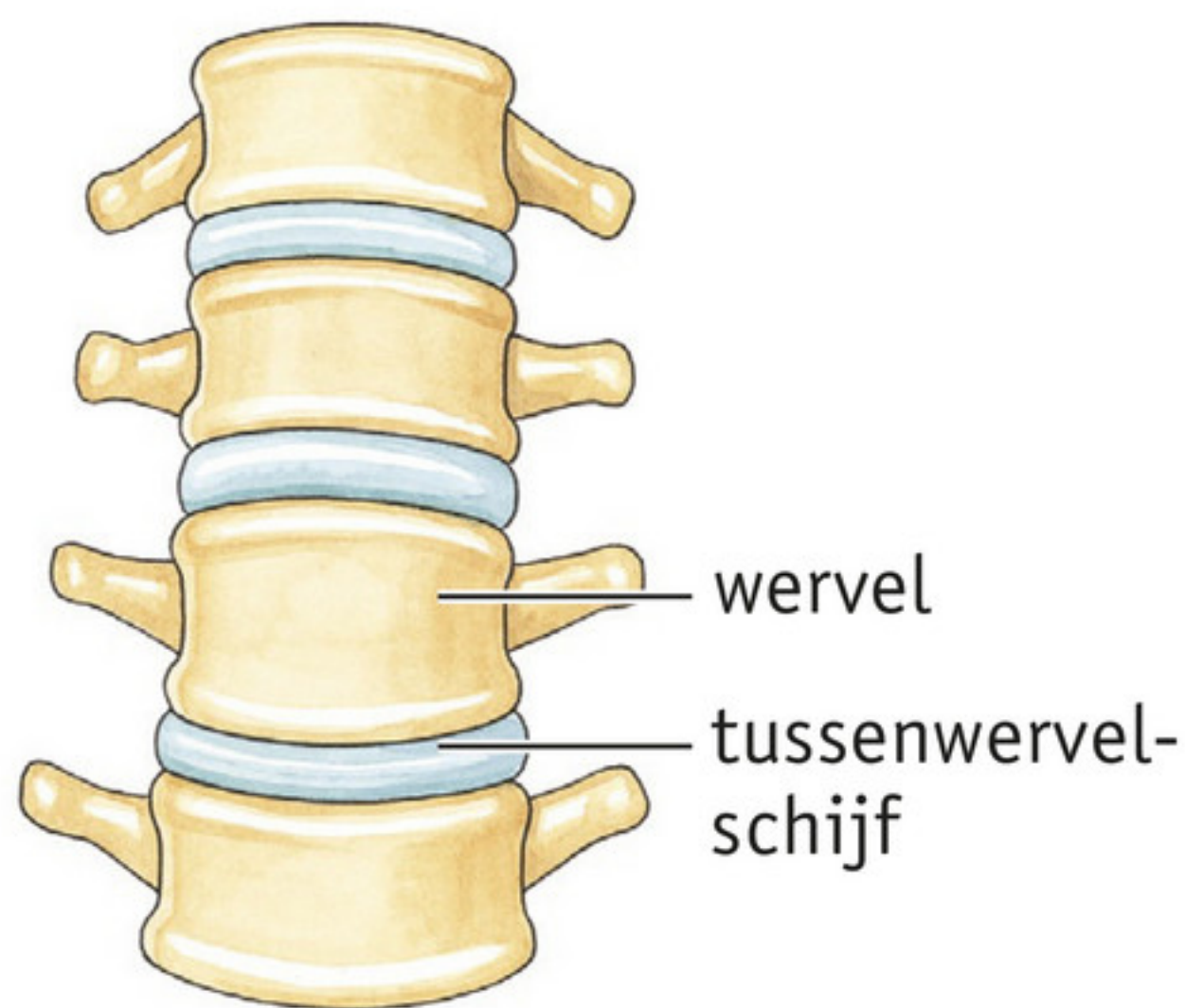
▼ **Afb. 21** De wervelkolom met dubbele-S-vorm.



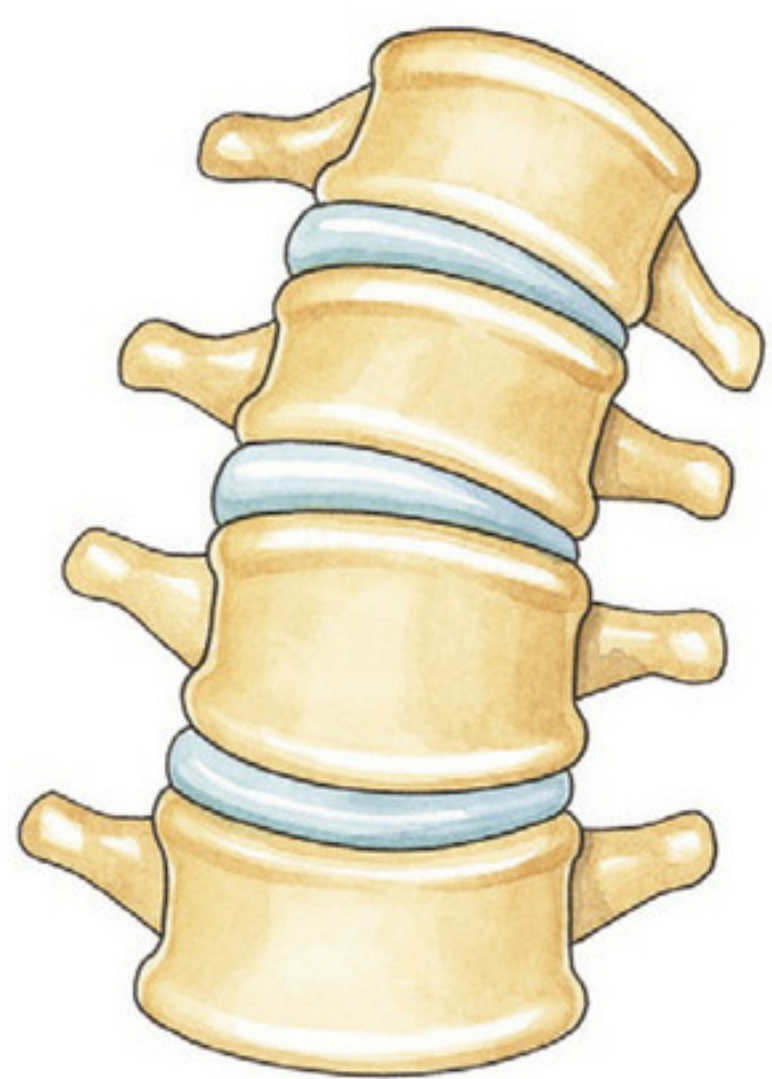
▼ **Afb. 22** Rugspieren houden de rug rechtop.



▼ **Afb. 23** Wervels en tussenwervelschijven.

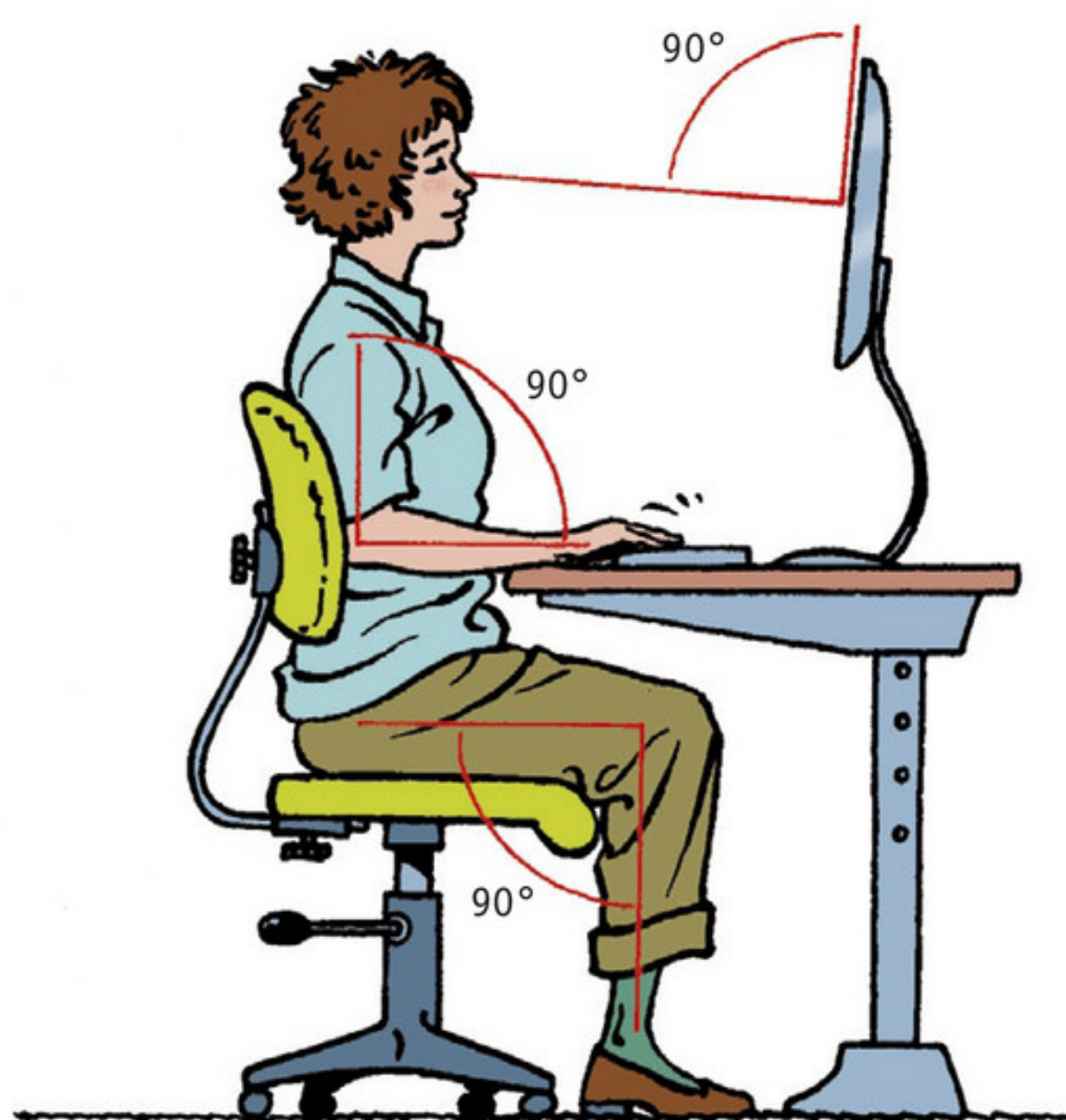


1 rechte rug



2 gebogen rug

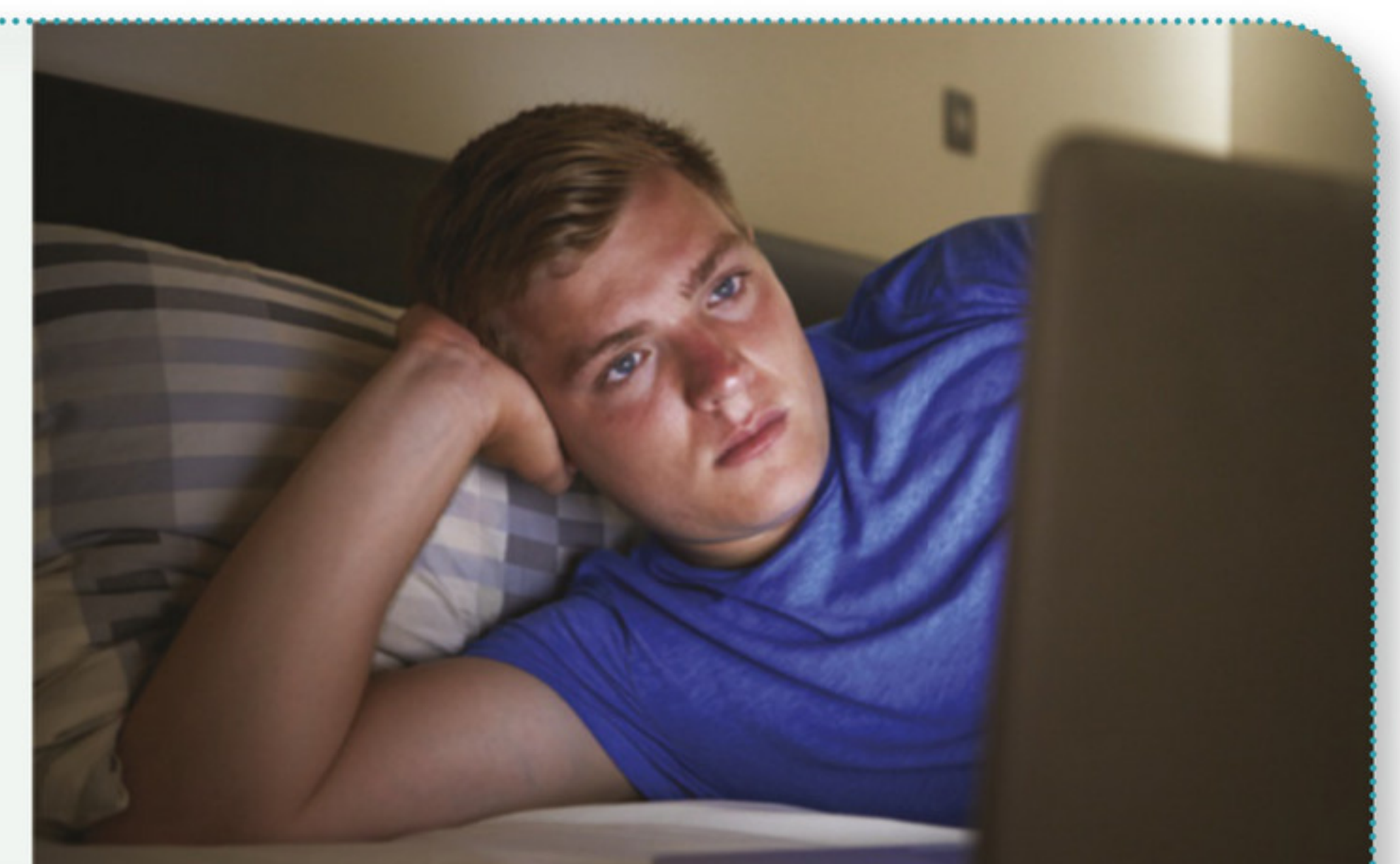
▼ **Afb. 25** Een goede zithouding.



▼ **Afb. 26**

Gamer

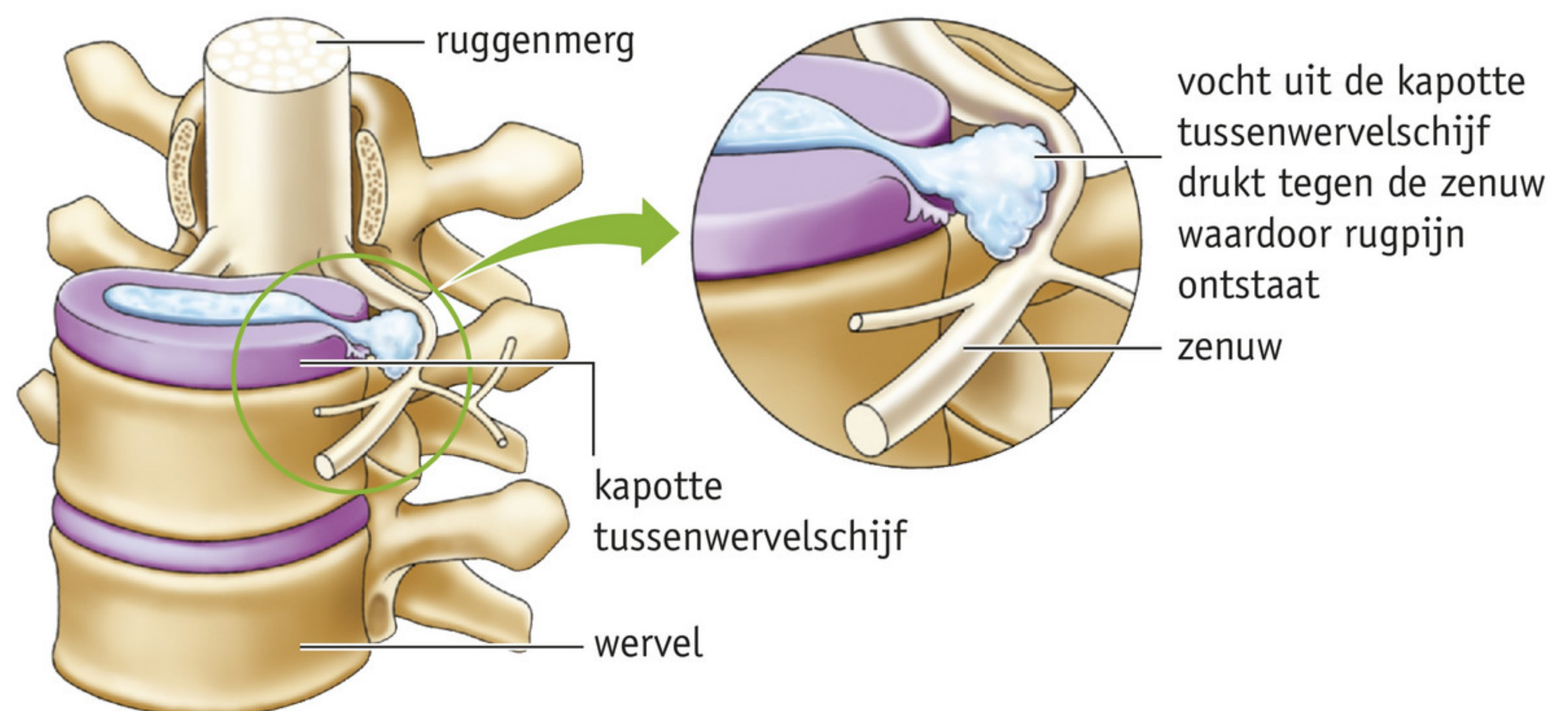
Tim is een echte gamer. 'Ik speel vaak met vrienden *League of legends*. Het is een verslavend spel. Ik zit al snel een paar uur achter mijn laptop te spelen.' 's Avond in bed speel ik soms lang achter elkaar en vergeet ik de tijd. Als ik daarna opsta, voel ik dat in mijn nek en rug.'



LICHAAMSHOUDING

Door een verkeerde **lichaamshouding** kan de wervelkolom scheef komen te staan (zie afbeelding 23). Hierdoor wordt de ene kant van de wervelkolom meer belast dan de andere. Sommige spieren moeten dan harder werken. De spieren kunnen dan **overbelast** raken waardoor er kramp in de rugspieren kan ontstaan. Ook worden de tussenwervelschijven dan aan één kant meer belast (zie afbeelding 23.2). Ze kunnen dan wat van hun veerkracht verliezen. Je hebt dan meer kans op nek- en rugklachten. Het kan zelfs voorkomen dat een tussenwervelschijf kapotgaat en een (rug)hernia ontstaat (zie afbeelding 24).

▼ **Afb. 24** Rughernia.



De kans op nek- en rugklachten verminder je met een goede lichaamshouding, zoals goed rechtop staan. Ook een goede **zithouding** waarbij je rechtop zit, is belangrijk (zie afbeelding 25). Let op dat je wervels niet scheef komen te staan, vooral als je lang dezelfde houding aanneemt, zoals bij het gebruik van je smartphone, computer of tablet (zie afbeelding 26).

TILLEN

Veel mensen die vaak en zwaar moeten tillen, krijgen op latere leeftijd rugklachten. Dit komt vaak doordat ze niet op de juiste manier tillen. Ook bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom zo veel mogelijk de dubbele-S-vorm houdt. In afbeelding 27 staan zes regels voor verstandig tillen.

Luister bij het tillen altijd naar je lichaam, neem de signalen serieus.

Beginnende klachten kunnen snel erger worden. Je voelt zelf het best wat je rug wel en niet kan hebben.

▼ **Afb. 27** Zes regels voor verstandig tillen.



1 Buk en til niet onnodig.



2 Til niet te veel ineens.



3 Til nooit met gedraaide rug.
Sta steeds recht voor de last.
Verplaats je voeten als je moet draaien.



4 Til met twee handen, houd de last zo dicht mogelijk bij je lichaam.



5 Buig niet verder voorover dan noodzakelijk en gebruik ook je beenspieren bij het tillen.



6 Voorkom dat je moet reiken; til niet hoger dan schouderhoogte.

BEWEGING

Door regelmatige lichaamsbeweging blijf je fitter en gezonder. Je krijgt hierdoor een goede **conditie**. Als je weinig beweegt, is de kans groter om ziekten zoals diabetes te krijgen.

Ook worden je spieren sterker door beweging. Ongetrainde spieren raken ook eerder overbelast dan getrainde spieren. Met sterke rug- en buikspieren heb je minder snel last van rugpijn.

Bovendien ontspan je meer door lichaamsbeweging. Als je lichamelijk fit bent, kun je geestelijk veel aan.

6 Blessures

Heel vervelend: vlak voor een belangrijke wedstrijd loop je een blessure op. Had je dat niet kunnen voorkomen? Blessures worden door allerlei factoren veroorzaakt. Vaak spelen verschillende factoren tegelijkertijd een rol. In deze basisstof leer je daar meer over.

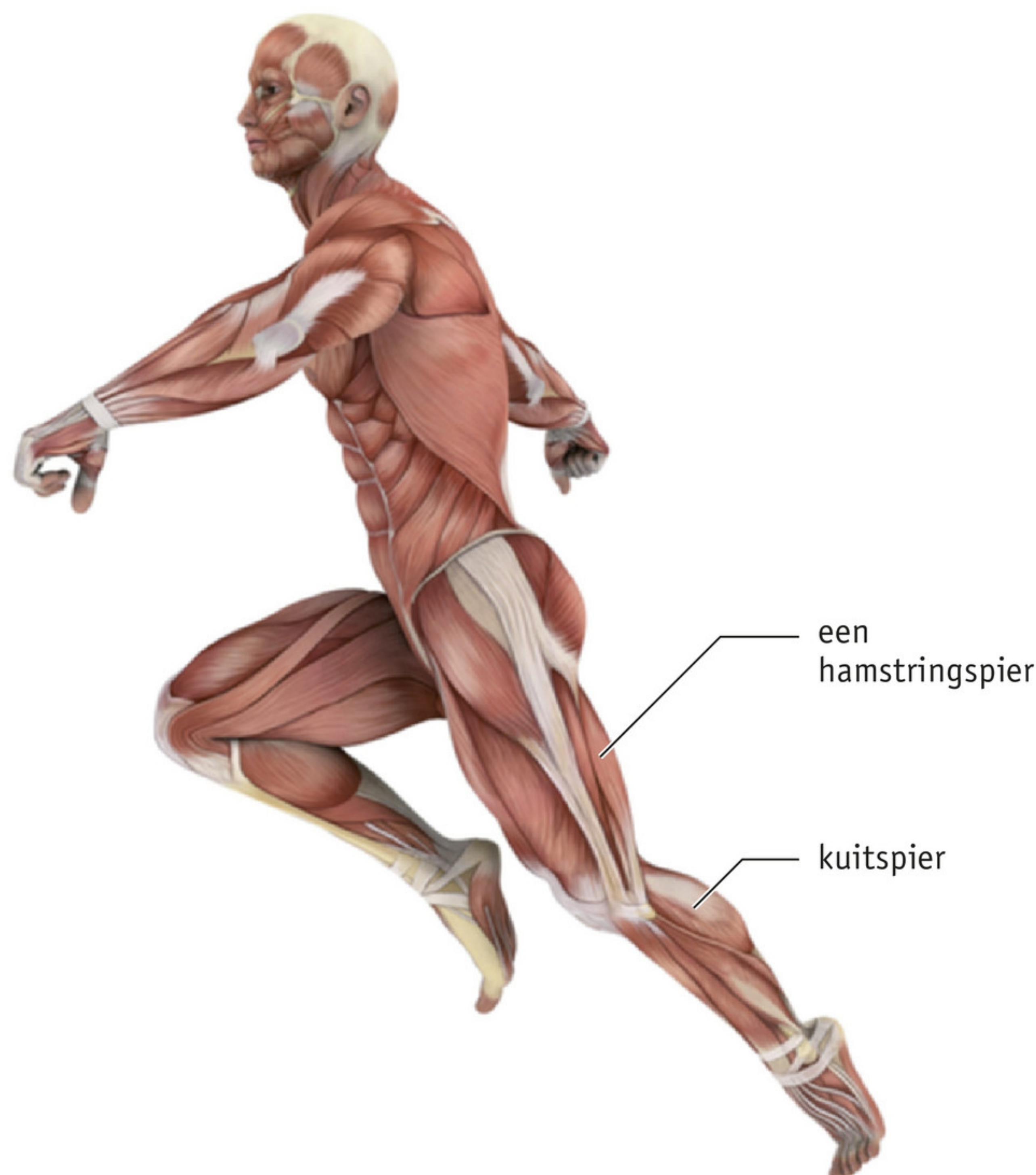
BLESSURES AAN SPIEREN

Een **blessure** is een lichamelijk letsel dat je oploopt bij het sporten. Een mens bestaat voor een groot deel uit spieren (zie afbeelding 28). De meest voorkomende blessure aan spieren is **spierpijn**. Dit krijg je als je je spieren meer dan normaal hebt belast. Het duurt meestal een paar dagen. Als de spierpijn langer dan een week aanhoudt, kun je beter naar een dokter gaan. Door een te sterke inspanning of een plotselinge beweging kun je een **spierscheuring** oplopen. Een scheuring van een kuitspier heet ‘zweepslag’. Gescheurde hamstringspieren in je bovenbeen (zie afbeelding 28) komen vaak voor. Een gescheurde spier geneest meestal door rust. Tijdens de rustperiode is het wel verstandig de spier regelmatig te bewegen. Veel mensen hebben last van **spierkramp**. Bij spierkramp trekken de spiervezels allemaal tegelijk sterk samen. Het lukt niet de spier weer uit te rekken en het is erg pijnlijk. Door de spier geleidelijk met de hand uit te rekken, kan de kramp worden weggehaald. Spierkramp kan ontstaan doordat er te weinig bloed naar de spier stroomt.

▼ **Afb. 28** Gemiddeld percentage spiermassa.



1 bij een jonge vrouw 38%

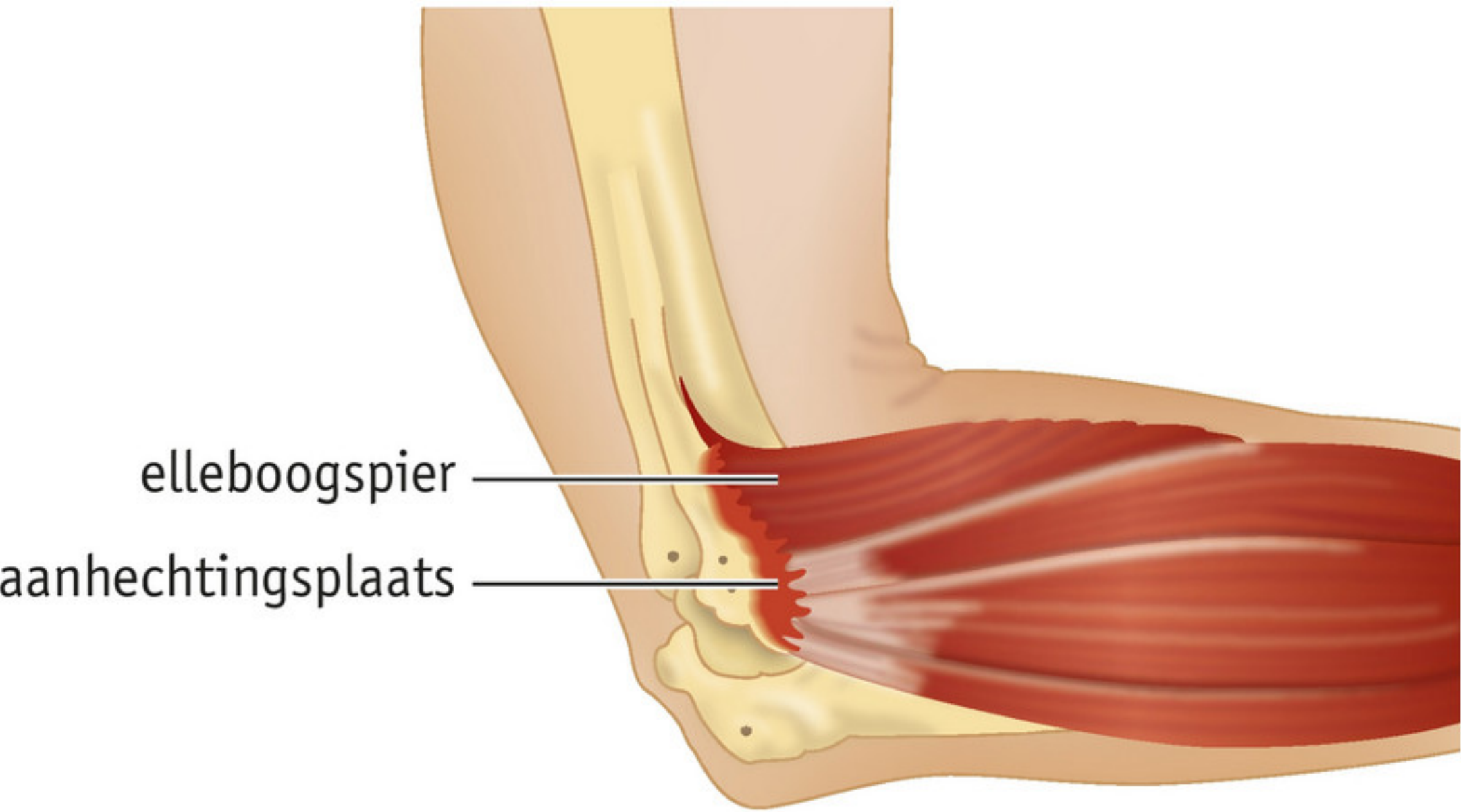


2 bij een jonge man 50%

TENNISARM

Andere veelvoorkomende blessures zijn **ontstekingen** van de aanhechtingsplaatsen (pezen) van spieren. Deze ontstekingen ontstaan meestal door overbelasting van de spieren. Een voorbeeld hiervan is een **tennisarm** (tenniselleboog). Vaak is bij een tennisarm de aanhechtingsplaats van de elleboogspier ontstoken. Vooral het botuitsteeksel bij de elleboog doet dan pijn (zie afbeelding 29). Een tennisarm geneest meestal door rust, maar je moet de arm niet stilhouden. Een tennisarm is een voorbeeld van **RSI**: een verzamelnaam voor allerlei klachten die ontstaan door te vaak achter elkaar dezelfde beweging te maken. Door een bepaald beroep of door veel beeldschermgebruik kun je last krijgen van RSI. Met een goede houding en voldoende rust kun je de kans hierop verminderen.

► Afb. 29 Een tennisarm.



BLESSURES AAN BOTTEN

Bij wielrenners komen door valpartijen vaak **botbreuken** voor, vooral van het sleutelbeen. Bij voetballers komen breuken van scheenbeen en kuitbeen voor. Dit komt meestal door te ruw spel. Op röntgenfoto's zijn botbreuken goed te zien (zie afbeelding 30).

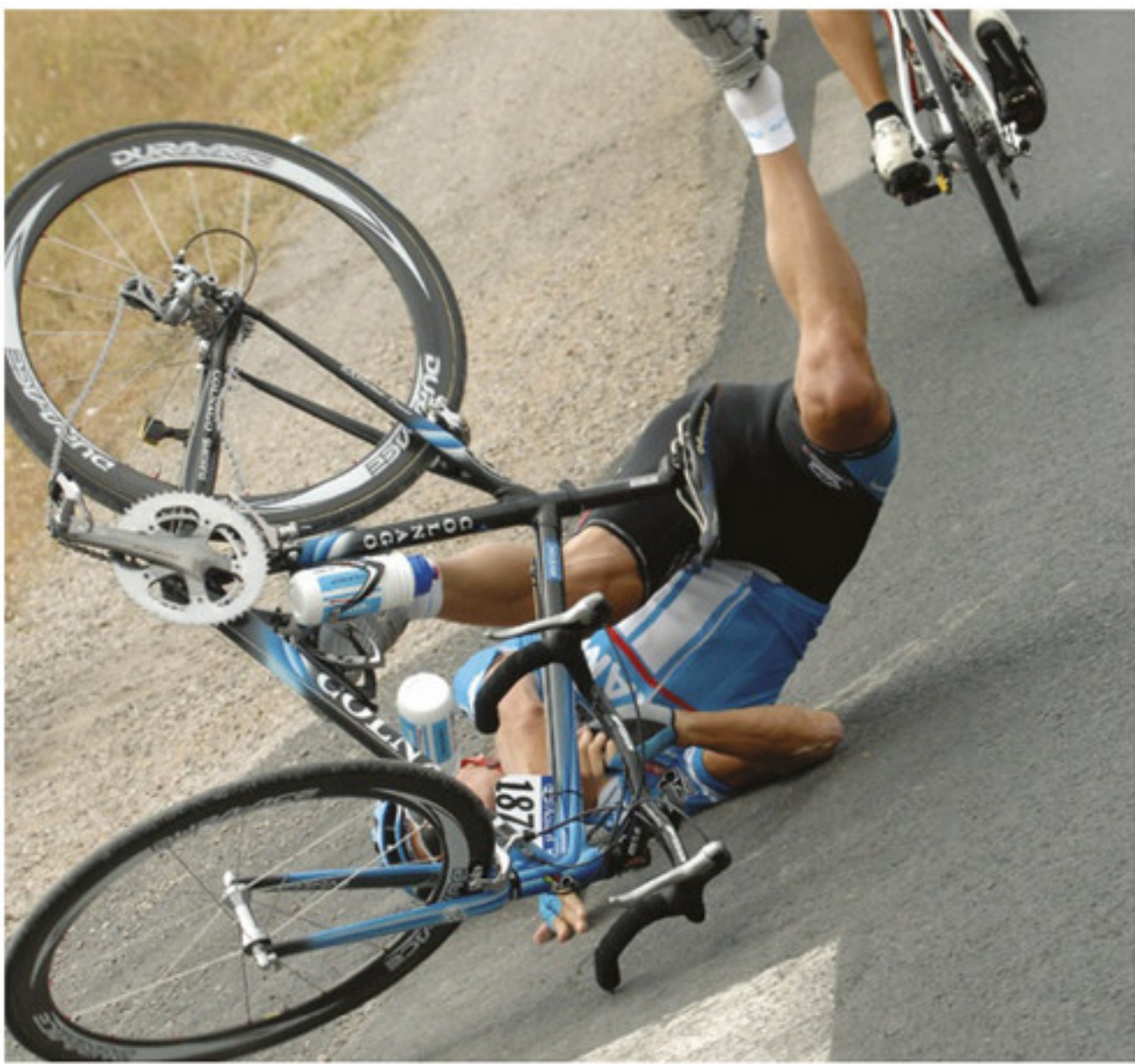
▼ Afb. 30 Botbreuken bij sporten.



1 voetballers breken vaak een kuitbeen



2 röntgenfoto



3 wielrenners breken vaak een sleutelbeen



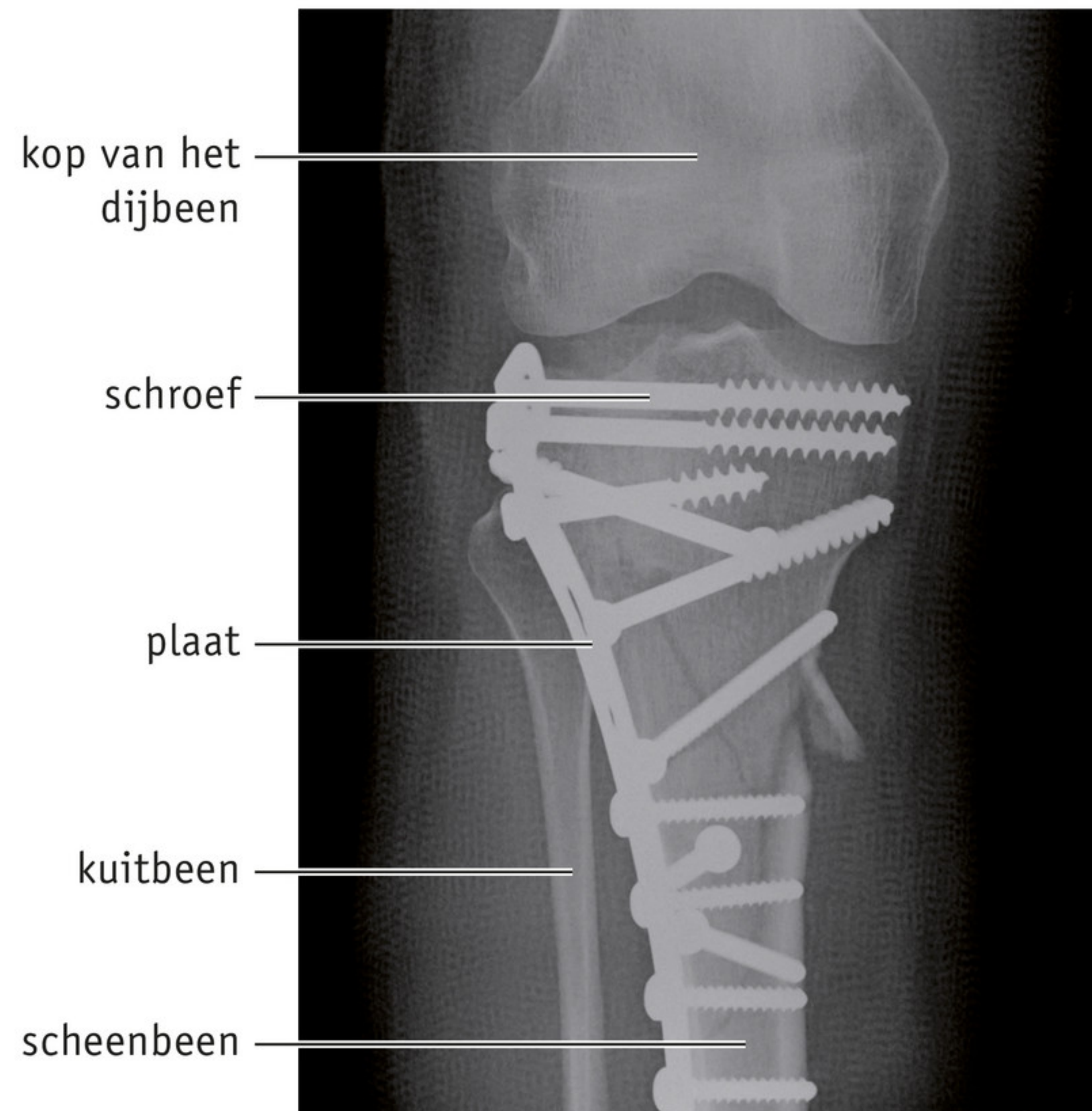
4 röntgenfoto

▼ **Afb. 31** Hulpmiddelen bij het herstel van botbreuken.



1 gipsverband

Voor een goede genezing moeten de twee helften van het bot in de goede stand aan elkaar kunnen vastgroeien. Als de bothelften scheef zijn gaan staan, moeten ze worden gezet zodat ze in de goede stand staan. Dit gebeurt meestal met een gipsverband (zie afbeelding 31.1). Als dat niet lukt, worden schroeven of platen in de botten aangebracht (zie afbeelding 31.2).

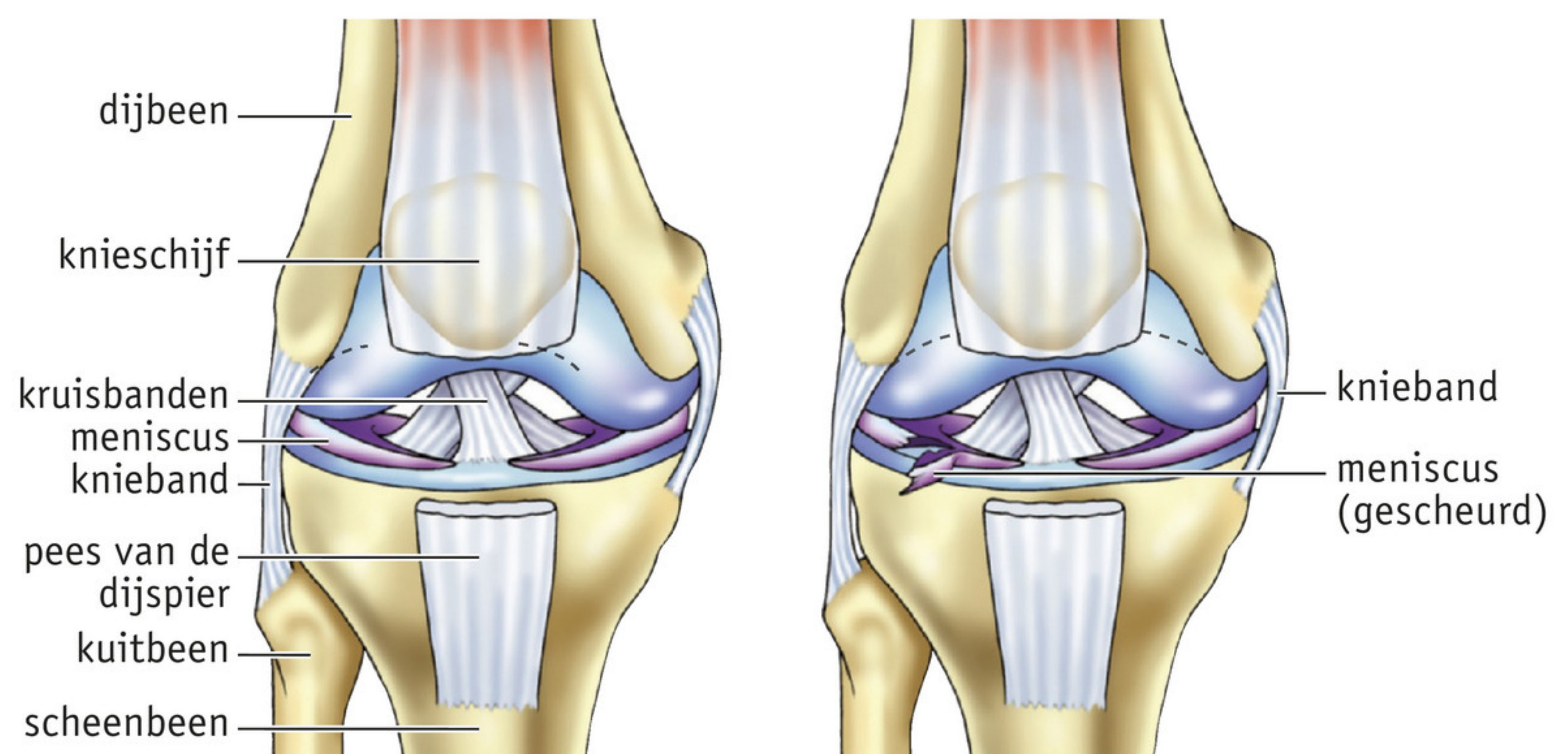


2 schroeven en platen

VOETBALKNIE

Een **voetbalknie** is een veelvoorkomende blessure. In het kniegewricht zit een stukje kraakbeen dat **meniscus** heet (zie afbeelding 32.1). Als het lichaam draait terwijl het onderbeen blijft staan, kan de meniscus scheuren (zie afbeelding 32.2). Meestal zijn dan ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de **knieschijf** of de **kruisbanden**) beschadigd. Soms is rusten voldoende om het kniegewricht te laten genezen. Een enkele keer moet de gescheurde meniscus operatief worden verwijderd.

► **Afb. 32** Meniscus.



1 kniegewricht

2 een gescheurde meniscus

KNEUZING, VERZWIKKING EN ONTWRICHTING

Een **kneuzing** is een beschadiging van weefsel zonder dat er iets is gescheurd of gebroken. Een kneuzing ontstaat meestal doordat je een stoot, een stomp of een trap krijgt. Bij een kneuzing zwelt het weefsel op, doordat er een inwendige bloeding plaatsvindt en zich vocht in het weefsel ophoopt. Dit heet een bloeditstorting en je ziet dan een blauwe plek (zie afbeelding 33). Deze zwelling kun je tegengaan door ijswater op de gekneusde plek te doen. Door te behandelen met ijswater wordt de inwendige bloeding minder. Bovendien vermindert de koude de pijn. Daarna geneest de blessure door rust. In ernstige gevallen wordt een drukverband aangelegd.

► **Afb. 33** Een blauwe plek ontstaat door een kneuzing.



Een **verzwikking** of verstuiking is een kneuzing van een gewricht. Als je bijvoorbeeld je voet verzwikt, rekken het gewrichtskapsel en de kapselbanden van je enkel te ver uit. Bij een ernstige verzwikking kunnen het gewrichtskapsel en de kapselbanden scheuren. Je hebt dan ‘gescheurde enkelbanden’. Ook kan het kraakbeen in de enkel beschadigd raken.

Bij een **ontwrichting** schiet de gewrichtskogel uit de gewrichtskom (zie afbeelding 34). Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als je verkeerd op je arm valt. Je arm schiet dan uit de kom. Een arts moet de gewrichtskogel van het opperarmbeen dan weer op zijn plaats brengen in de gewrichtskom van de ellepijp.

► **Afb. 34** Een ontwrichting.



kop van het
opperarmbeen

kom van de
ellepijp

BLESSURES VOORKOMEN

Je kunt zelf veel doen om een sportblessure te voorkomen, bijvoorbeeld door voor een wedstrijd of training een **warming-up** te doen en na de wedstrijd een **cooling-down** (zie afbeelding 35). In afbeelding 36 staan nog zes andere regels om blessures te voorkomen.

WB OPDRACHT 29 T/M 36 BLZ. 122

▼ Afb. 35

Warming-up en cooling-down

Spieren zijn tot veel in staat, als ze maar goed worden behandeld. En dan vooral vóór en ná het sporten. Door een warming-up en een cooling-down te doen.

WARMING-UP

Aan spieren die plotseling hard moeten werken, kun je een blessure krijgen, zoals een spierscheuring. Vandaar de warming-up voor de wedstrijd of de training. Door de warming-up krijgen de spieren meer bloed, ze worden warmer en er gaat meer zuurstof naartoe.

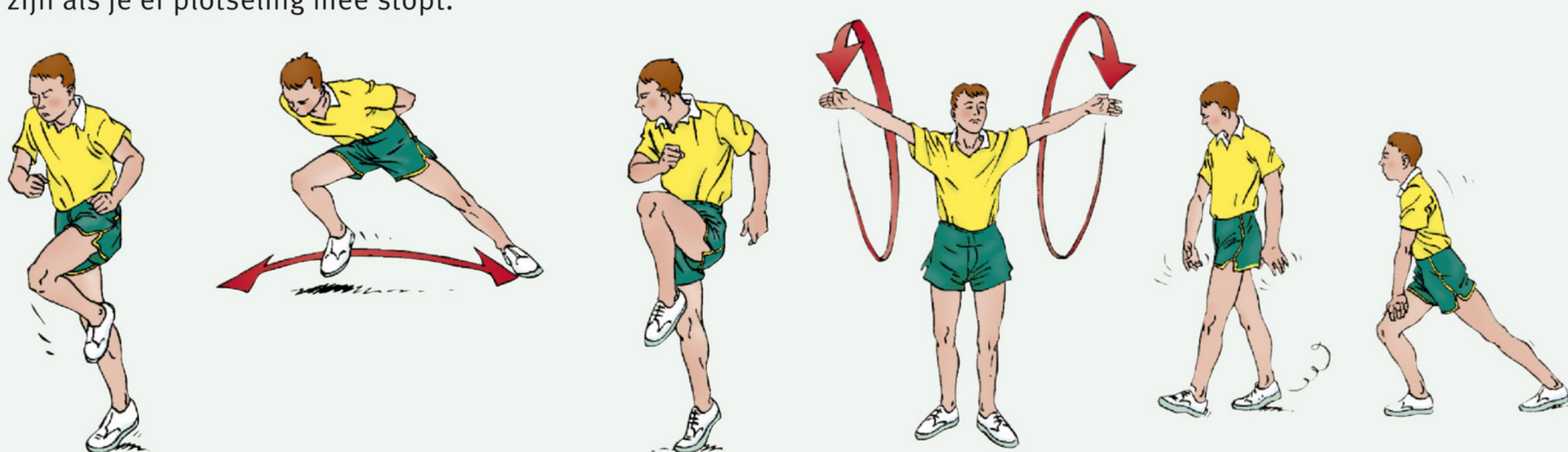
Een warming-up is altijd afgestemd op je eigen sport. Tien minuten kan al voldoende zijn. Er moet niet te veel tijd zitten tussen de warming-up en de wedstrijd of de training: maximaal een kwartier. Dat betekent dat je na een lange onderbreking opnieuw een warming-up moet doen, zeker bij koud weer!

Veel sporters doen rekoefeningen na de warming-up. Over het nut hiervan zijn de meningen verdeeld. Als je gewend bent rekoefeningen te doen, kan het schadelijk zijn als je er plotseling mee stopt.

COOLING-DOWN

Tijdens het trainen of sporten gebruik je je spieren intensief. Daardoor hopen zich in je spieren afvalstoffen op. Na het sporten gaat je bloed langzamer stromen. Daardoor blijven de afvalstoffen langer in je spieren aanwezig. Het bloed stroomt door de cooling-down sneller door je spieren en kan daardoor meer afvalstoffen uit je spieren opnemen. De kans op spierpijn neemt daardoor af.

Een cooling-down is eigenlijk het omgekeerde van de warming-up. Je begint met wat intensievere oefeningen, waarna je het steeds rustiger aan gaat doen. Het is verstandig om je (niet te) warm te douchen. Een warme douche zorgt ook voor een goede doorbloeding van de spieren.



▼ Afb. 36

BLESSURES VOORKOMEN

- 1 Houd je aan de spelregels en speel sportief (fairplay).
- 2 Zorg voor voldoende oefening in: spierkracht, techniek en conditie.
- 3 Voorkom overbelasting van spieren en oververmoeidheid.
- 4 Doe voldoende warming-up en cooling-down.
- 5 Sport met goed materiaal dat bij jouw sport past: kleding, schoenen en beschermende materialen.
- 6 Leef gezond: beweeg voldoende, eet gezond, neem voldoende nachtrust, rook niet en drink geen alcohol.



slim sporten?

voorkomblessures.nl

Door slim te sporten voorkom je blessures. Denk aan goede trainingsopbouw, oefeningen en de juiste kleding & accessoires. Door spierversterkende oefeningen alleen al daalt de kans op een blessure met 30%! Bijkomend voordeel: je wordt er vaak ook nog beter van.

Of je nu van voetbal of paardrijden houdt, voor alle sporters is www.voorkomblessures.nl dé plek voor goed advies. Zo blijf je sporten met plezier!

▼ Afb. 37

Sport- en bewegingscoördinator

Luna werkt als sport- en bewegingscoördinator. Ze werkt aan een project van de gemeente om blessures te voorkomen. Het project is gericht op kinderen van de basisschool en de buitenschoolse opvang. Luna vertelt: 'De kinderen leren spelenderwijs. Van de warming-up kun je iets grappigs op muziek doen en met fairplay kun je ze punten laten verdienen. Bewegen probeer ik leuk te maken door een estafette met water in een emmertje boven je hoofd doorgeven. Zelfs de rekenlessen kun je bewegend doen. Op het schoolplein maak je dan een groot veld met genummerde vakken. De bedoeling is natuurlijk de kinderen enthousiast te maken voor bewegen met minder kans op blessures.'



Twee dagen in de week werk ik ook nog bij verschillende sportverenigingen: voetbal, volleybal en atletiek. Bij elke sport heb ik een heel ander verhaal. Blessures voorkomen komt steeds aan bod, maar de warming-up, techniek en training zijn bij elke sport anders.'

Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt in een afbeelding van het skelet (geraamte) de beenderen of botten benoemen.

- Het hoofd.
 - Schedelbeenderen, bovenkaak, onderkaak.
- De romp.
 - Wervelkolom: halswervels, borstwervels, lendenwervels, heiligbeen, staartbeen.
 - Borstkas: borstwervels, ribben, borstbeen.
 - Schoudergordel: schouderbladen, sleutelbeenderen.
 - Bekkengordel: heupbeenderen.
- De ledematen (armen en benen).
 - Arm: opperarmbeen, ellepijp, spaakbeen, handwortelbeentjes, middenhandsbeentjes, vingerkootjes.
 - Been: dijbeen, knieschijf, scheenbeen, kuitbeen, voetwortelbeentjes, middenvoetsbeentjes, teenkootjes.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Je kunt de functies van het skelet noemen.

- Stevigheid geven aan het lichaam.
- Vormgeven aan het lichaam.
- Tere organen in het lichaam beschermen.
- Beweging mogelijk maken.
 - De meeste beenderen van het skelet zijn beweeglijk met elkaar verbonden.
 - Aan de beenderen zitten spieren vast.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

Je kunt pijpbeenderen en platte beenderen onderscheiden en kenmerken ervan noemen.

- Pijpbeenderen: langwerpige beenderen.
 - Komen vooral voor in de ledematen, bijv. in dijbeen en scheenbeen.
 - In de koppen zitten veel kleine holten met rood beenmerg. In het rode beenmerg worden bloedcellen gevormd.
 - In het deel tussen de koppen zit een mergholte met geel beenmerg. In het gele beenmerg is vet opgeslagen.
- Platte beenderen.
 - Komen vooral voor in de schedel en in de romp, bijv. schedelbeenderen, schouderbladen en ribben.
 - In platte beenderen zit rood beenmerg.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 1

Je kunt verband leggen tussen de vorm en functie van botten bij zoolgangers, teengangers en hoefgangers.

- Tussen botten van verschillende diersoorten bestaan overeenkomsten en verschillen.
 - De vorm is aangepast aan de omgeving waarin het dier leeft, bijv. het skelet van een dolfijn is aangepast aan zwemmen.
- Zoolgangers: lopen op de hele voetzool, bijv. beren, mensen.
 - Door het lopen op de hele voetzool is het steunoppervlak groot.
- Teengangers: lopen op de tenen, bijv. katten.
- Hoefgangers: lopen op de toppen van de tenen, bijv. paarden.
 - Door het lopen op de toppen van de tenen zijn de poten lang.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 2

Je kunt de kenmerken van kraakbeenweefsel en beenweefsel noemen en in afbeeldingen de delen benoemen. Ook kun je beschrijven hoe de samenstelling van beenderen verandert tijdens het leven.

- Kraakbeenweefsel is stevig en goed buigzaam.
 - Bij volwassenen komt kraakbeenweefsel alleen op speciale plaatsen voor (bijv. in de neus, in de oorschelpen, in de gewrichten, tussen de wervels).
 - Kraakbeencellen liggen in groepjes bij elkaar in de tussencelstof.
- Beenweefsel is heel stevig en een beetje buigzaam.
 - Beencellen liggen in de tussencelstof in kringen rondom fijne kanaaltjes waarin zich bloedvaten bevinden.
 - Kalkzouten in de tussencelstof geven stevigheid (hardheid). Kalkzouten lossen op in een zoutzuuroplossing.
 - Lijmstof in de tussencelstof zorgt voor de buigzaamheid. Lijmstof verbrandt in een vlam.
- Samenstelling van de beenderen tijdens het leven:
 - Baby's: de beenderen bestaan voornamelijk uit kraakbeenweefsel.
 - Kinderen: de beenderen bestaan uit beenweefsel met veel lijmstof en weinig kalkzouten.
 - Bejaarden: de beenderen bestaan uit beenweefsel met weinig lijmstof en veel kalkzouten.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Je kunt vier manieren onderscheiden waarop beenderen met elkaar verbonden kunnen zijn.

- Vergroeid: twee of meer beenderen zijn één geheel geworden.
 - Hierbij is geen beweging mogelijk, bijv. de wervels van het heiligbeen en van het staartbeen.
- Door een naad.
 - Hierbij is geen beweging mogelijk, bijv. de schedelbeenderen.
- Door kraakbeen.
 - Hierbij is een beetje beweging mogelijk, bijv. de ribben, het borstbeen en de wervels.
- Door een gewricht.
 - Hierbij is veel beweging mogelijk, bijv. de vingerkootjes.

DOELSTELLING 7

BASISSTOF 3

Je kunt de delen van een gewricht noemen met hun functies.

- Gewrichtskogel en gewrichtskom.
- Kraakbeenlaagjes (op de gewrichtskogel en de gewrichtskom):
 - Gaan slijtage tegen.
 - Hierdoor kan een gewricht soepel bewegen.
- Gewrichtskapsel:
 - Geeft gewrichtssmeer af, waardoor het gewricht soepel kan bewegen.
 - Houdt de botten op hun plaats.
- Bij sommige gewrichten helpen stevige kapselbanden mee de botten op hun plaats te houden.

DOELSTELLING 8

BASISSTOF 3

Je kunt drie typen gewrichten onderscheiden.

- Kogelgewrichten.
 - Hierbij is beweging mogelijk in verschillende richtingen, o.a. een draaiende beweging, bijv. schouderblad en opperarmbeen (schoudergewricht).
- Rolgewrichten.
 - Het ene bot draait in de lengteas om het andere bot, bijv. spaakbeen en ellepijp (hiermee kun je de palm van je hand naar boven of naar beneden houden).
- Scharniergewrichten.
 - Hiermee is alleen een beweging heen en terug mogelijk, bijv. opperarmbeen en ellepijp (ellebooggewricht).

DOELSTELLING 9

BASISSTOF 4

Je kunt de bouw en werking van spieren beschrijven.

- Bouw van een spier.
 - Spierschede: stevig bindweefsel om een spier.
 - Pezen: bevestigen een spier aan beenderen op de aanhechtingsplaats. Pezen kunnen niet samentrekken.
 - Spierbundels: bundels spiervezels, omgeven door bindweefsel.
 - Spiervezels: ontstaan door samensmeltingen van veel spiercellen.
- Werking van een spier.
 - Spiervezels trekken zich samen onder invloed van impulsen die via bewegingszenuwcellen naar de spier worden geleid.
 - Een spier die zich samentrekt, wordt korter en dikker.
 - Bij een spier die zich samentrekt, wordt de afstand tussen de aanhechtingsplaatsen van de pezen kleiner.
 - Bij het samentrekken vindt in de spier veel verbranding plaats. Daarvoor zijn veel voedingsstoffen en zuurstof nodig.
- Antagonisten: spieren waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft, bijv. armbuigspier (biceps) en armstrekspier (triceps).

DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Je kunt het belang van een goede lichaamshouding aangeven en hoe je rugklachten kunt voorkomen.

- De wervelkolom heeft een dubbele-S-vorm en bestaat uit wervels met tussenwervelschijven.
 - Deze vorm wordt in stand gehouden door rugspieren die aan de wervels zijn bevestigd.
 - Tussenwervelschijven werken als schokbrekers.
- Een goede lichaamshouding voorkomt afwijkingen in de vorm van de wervelkolom en daardoor (rug)pijn.
 - Door een slechte lichaamshouding kan de wervelkolom scheef komen te staan, waardoor de rugspieren overbelast raken en (rug)pijn kan ontstaan.
 - Bij een gebogen rug worden tussenwervelschijven aan één kant ingedrukt.
 - Als dit vaak en langdurig gebeurt, kunnen de tussenwervelschijven aan veerkracht verliezen en (rug)pijn veroorzaken.
 - Door goed rechtop te staan en goed rechtop te zitten, houdt de wervelkolom de dubbele-S-vorm. De spieren en tussenwervelschijven worden dan niet extra belast.

- Je hebt een goede zithouding als de hoek tussen je bovenbeen en onderbeen ten minste 90° is, en tussen je armen en de tafel ook. De kijkhoek ten opzichte van je beeldscherm is ook 90°.
- Bij tillen is het belangrijk dat de wervelkolom de dubbele-S-vorm houdt. Houd je zo veel mogelijk aan de regels voor goed tillen.
- Door regelmatige lichaamsbeweging en sporten versterk je de rugspieren. Met sterkere spieren heb je minder snel last van rugpijn. Je krijgt een betere conditie.

DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Je kunt van enkele blessures beschrijven wat er aan de hand is.

- **Spierpijn.**
 - Oorzaak: als de spier meer dan normaal is belast.
- **Spierscheuring.**
 - Oorzaak: een te sterke inspanning of een plotselinge beweging.
- **Spierkramp:** spiervezels van een spier trekken allemaal tegelijk samen.
 - Oorzaak: er stroomt te weinig bloed naar de spier.
- **RSI:** ontsteking van de aanhechtingsplaatsen van spieren (pezen).
 - Oorzaak: te vaak achter elkaar dezelfde beweging maken. Bijv. in beroep en door beeldschermgebruik. Bij sport o.a. een tennisarm.
 - RSI kan worden voorkomen door een goede houding en voldoende rust.
- **Botbreuk.**
 - Oorzaak: meestal een val of ruw spel.
- **Voetbalknie:** in het kniegewricht is de meniscus (een stuk kraakbeen) gescheurd.
 - Meestal zijn ook het gewrichtskapsel en de kapselbanden (de kniebanden of de kruisbanden) beschadigd.
 - Oorzaak: meestal een draaibeweging van het lichaam, terwijl het onderbeen blijft staan.
- **Kneuzing:** een beschadiging van weefsel zonder dat iets is gescheurd of gebroken.
 - Oorzaak: meestal een stoot, een stomp of een trap.
 - Een gekneusde plek zwelt op, o.a. door een bloeditstorting (inwendige bloeding), waardoor een blauwe plek ontstaat.

- **Verzwikking (verstuiking):** een kneuzing van een gewricht.
 - Als je je voet verzwikt, rekken het gewrichtskapsel en de kapselbanden van je enkel te ver uit.
 - Bij een ernstige verzwikking kunnen je enkelbanden scheuren.
- **Ontwrichting:** de gewrichtskogel schiet uit de gewrichtskom.
 - Als je verkeerd op je arm valt, kan je arm uit de kom schieten.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Je kunt beschrijven hoe je blessures kunt voorkomen.

- **Warming-up:** langzaam opbouwen van de intensiteit van de inspanning, waardoor de spieren worden opgewarmd.
- **Cooling-down:** langzaam afbouwen van de intensiteit van de training, zodat afvalstoffen in het lichaam worden afgevoerd.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

Je hebt geoefend in:

- het maken en aflezen van diagrammen;
- het werken met de microscoop;
- het maken van tekeningen;
- het zoeken op internet.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een sportschoolhouder en een sport- en bewegingscoördinator.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

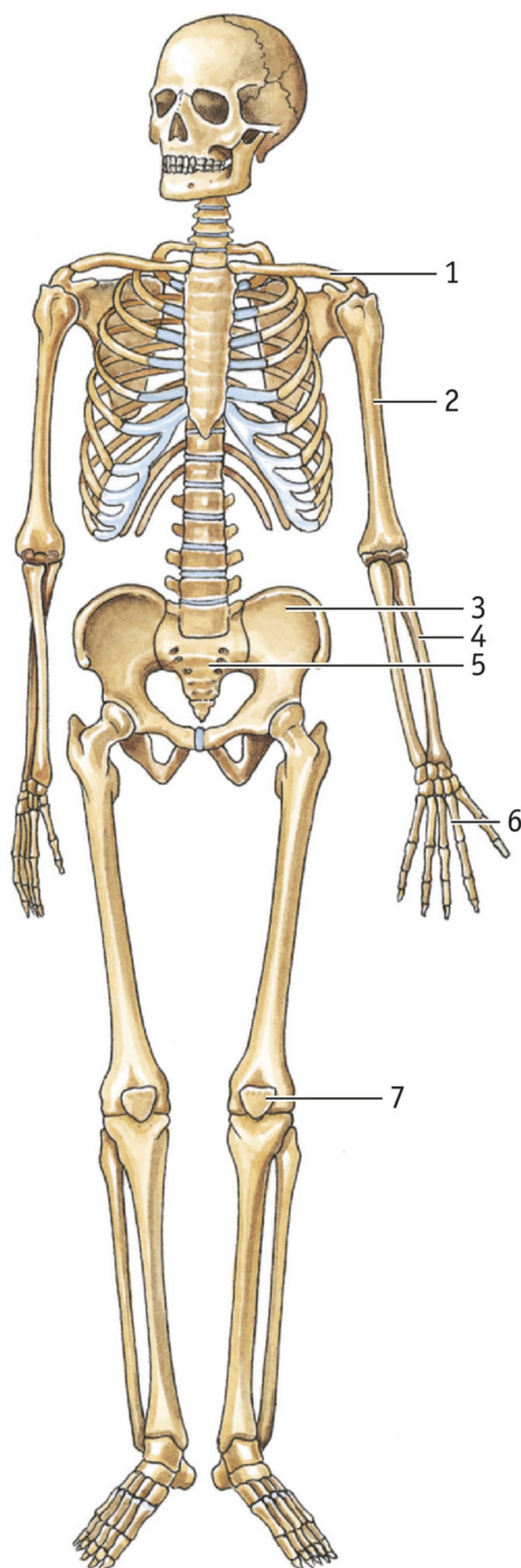
DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

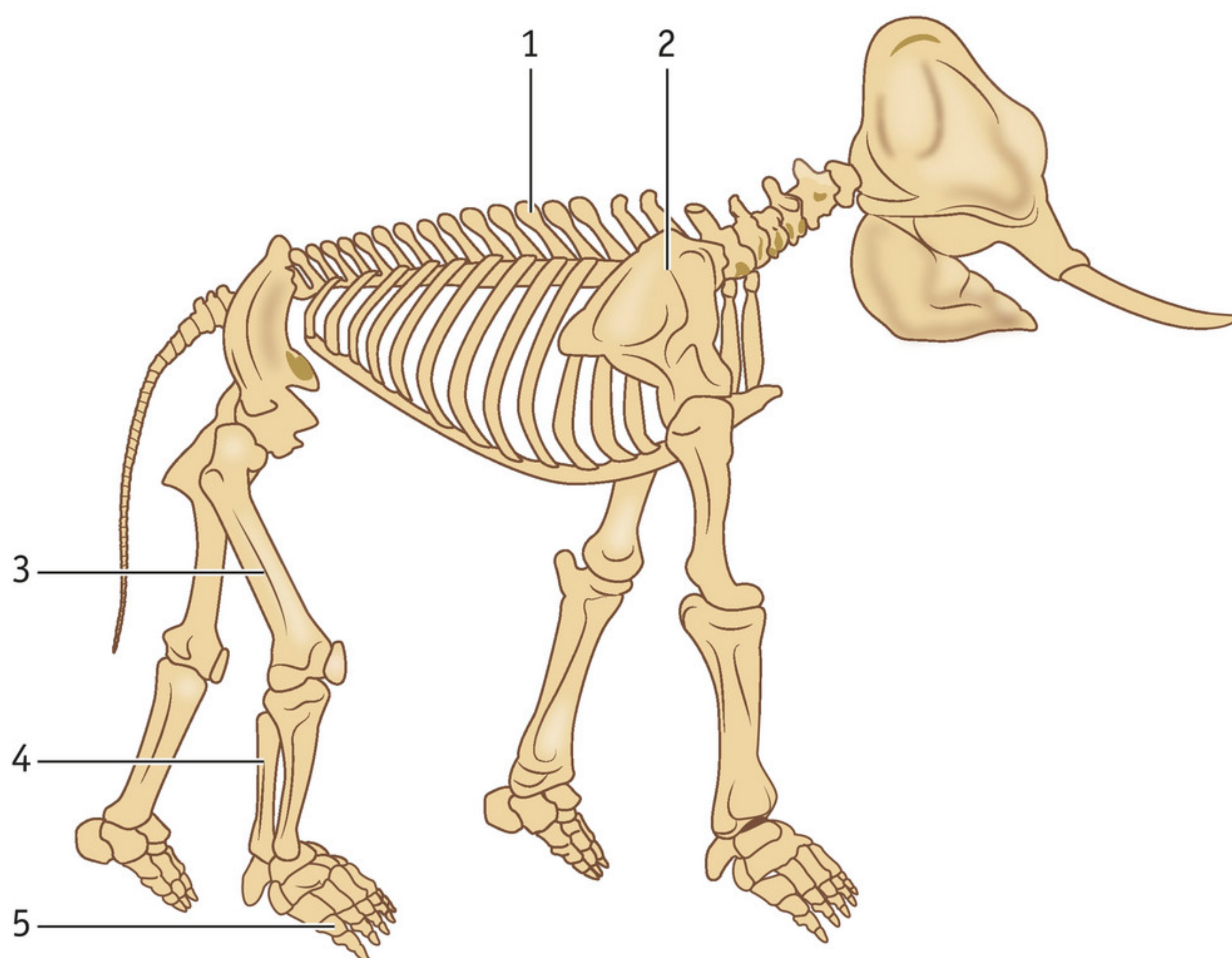
Vul in.

- 1 In afbeelding 38.1 is het skelet van de mens schematisch getekend.
Noteer de namen van de genummerde beenderen.
- 2 In afbeelding 38.2 is het skelet van een olifant schematisch getekend.
Noteer de namen van de genummerde beenderen.

▼ **Afb. 38** Skeletten (schematisch).



1 skelet van de mens



2 skelet van een olifant

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 1

Vul de juiste functies in op het scoreblad.

Het skelet heeft vier functies.

Met welke functie van het skelet hebben de volgende zinnen te maken?

- 1 De ribben liggen rondom de longen.
- 2 Aan elke wervel zitten uitsteeksels, waaraan rugspieren vastzitten.
- 3 Een functie van het skelet is bij baby's nog niet volledig aanwezig, want baby's die al kunnen staan, hebben vaak kromme benen.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 1

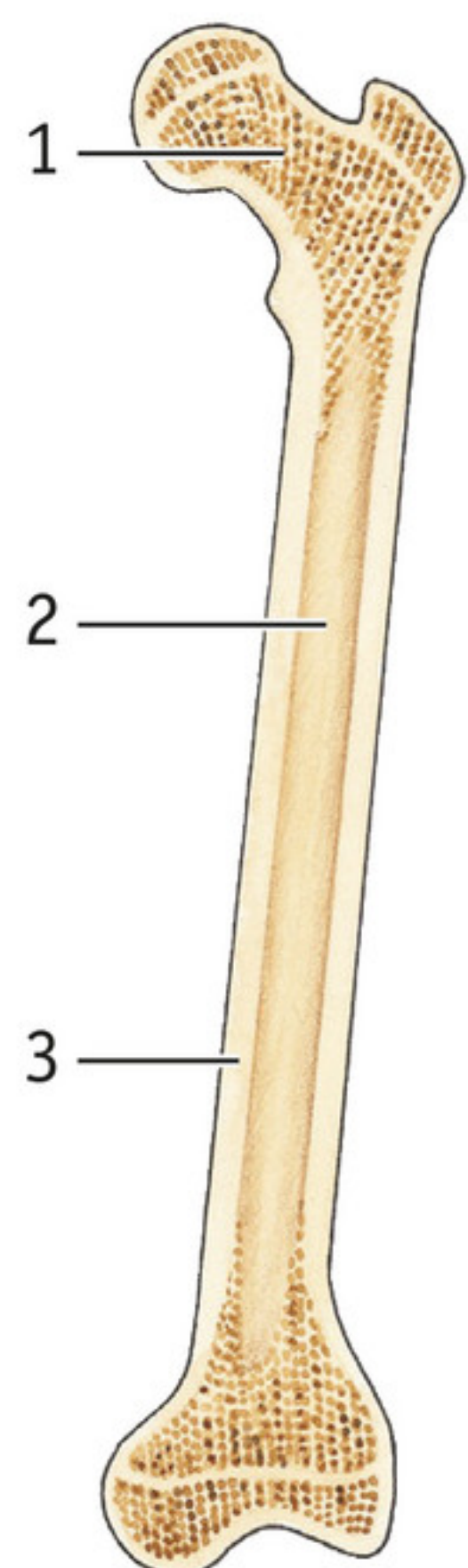
Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Komt in het borstbeen geel beenmerg voor? Leg je antwoord uit.
- 2 Wat is de functie van rood beenmerg?

In afbeelding 39 is een lengtedoorsnede van een bot schematisch getekend. Vraag 3 tot en met 5 gaan over deze afbeelding.

- 3 Zit bij deel 1 rood beenmerg of geel beenmerg?
- 4 Hoe heet deel 2?
- 5 Op welk van de aangegeven plaatsen is vet opgeslagen?

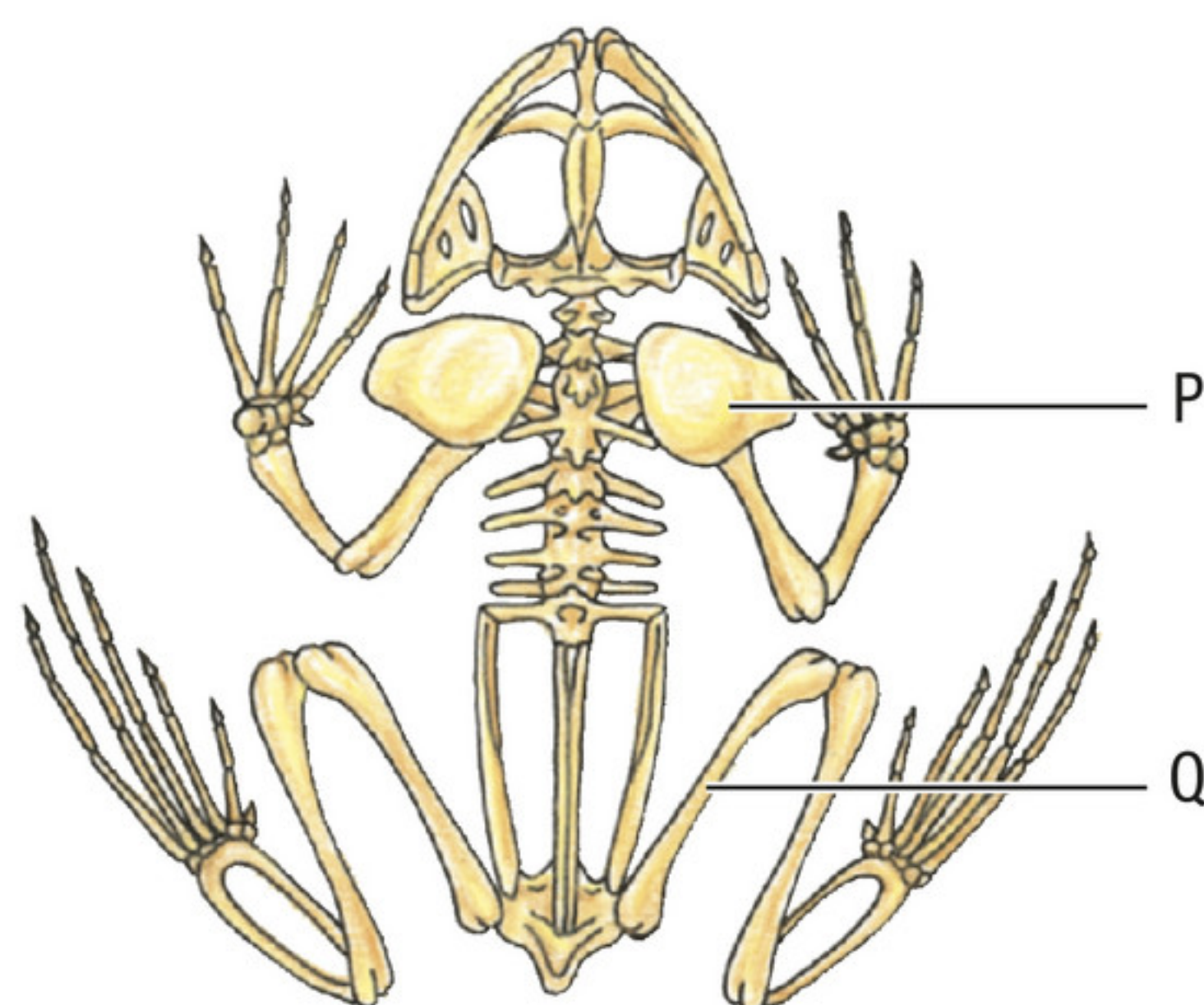
▼ **Afb. 39** Lengtedoorsnede van een pijpbeen (schematisch).



In afbeelding 40 is het skelet van een kikker getekend. De bouw van het skelet is voor een belangrijk deel vergelijkbaar met dat van de mens. Vraag 6 en 7 gaan over deze afbeelding.

- 6 Is bot P een plat been of een pijpbeen?
- 7 Is bot Q een plat been of een pijpbeen?

▼ **Afb. 40** Skelet van een kikker.



DOELSTELLING 4

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Bij welke groep zijn de poten meestal lang?
- 2 Tot welke groep behoort het dier van afbeelding 41?

▼ **Afb. 41** Teenganger, hoefganger of zoolganger?



- 3 Tot welke groep behoren dieren die het best zijn aangepast aan het lopen op een zachte bodem?
- 4 Tot welke groep behoren dieren die het best hun prooi kunnen besluipen?
- 5 Tot welke groep behoren dieren waarbij de voetwortelbeentjes het dichtst bij de grond zijn tijdens het lopen?

DOELSTELLING 5

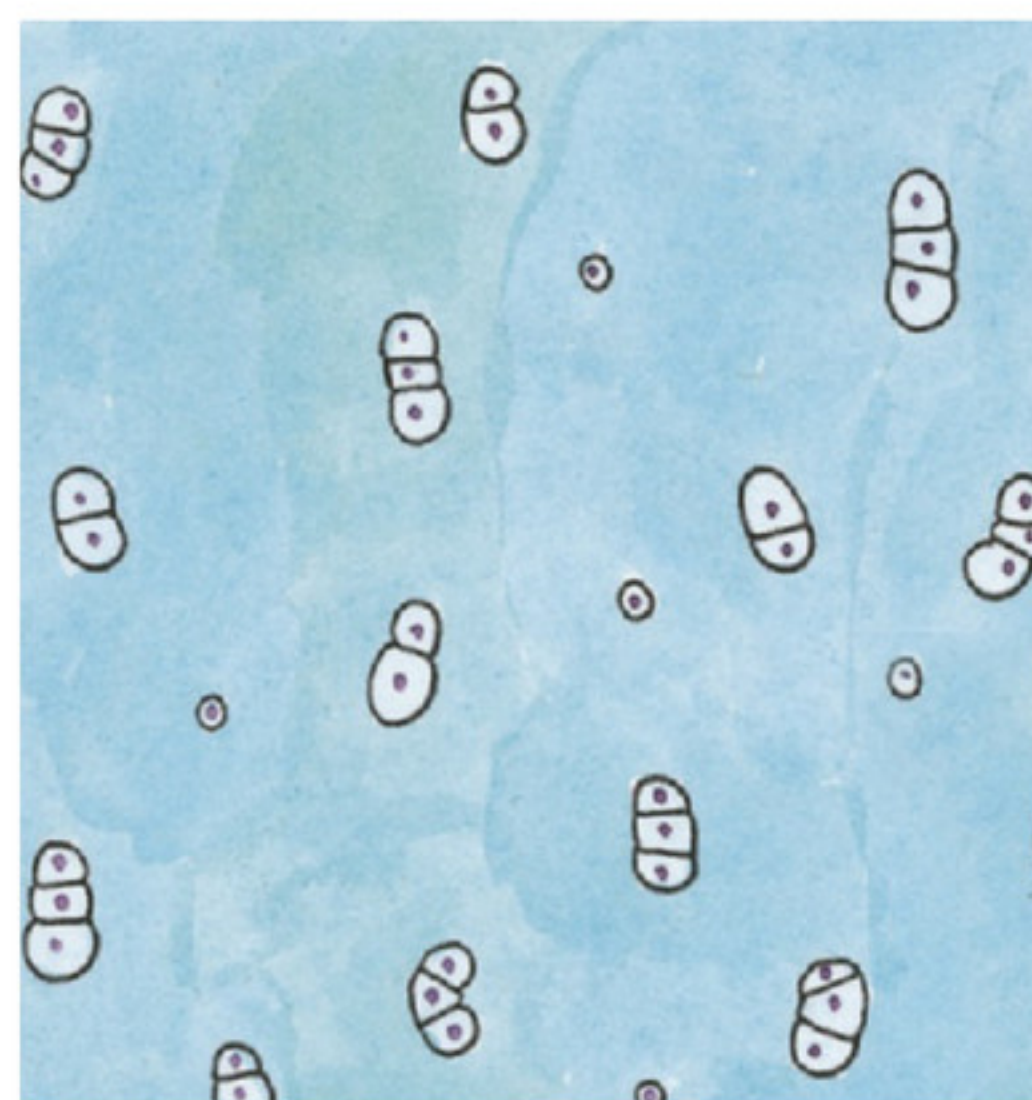
BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

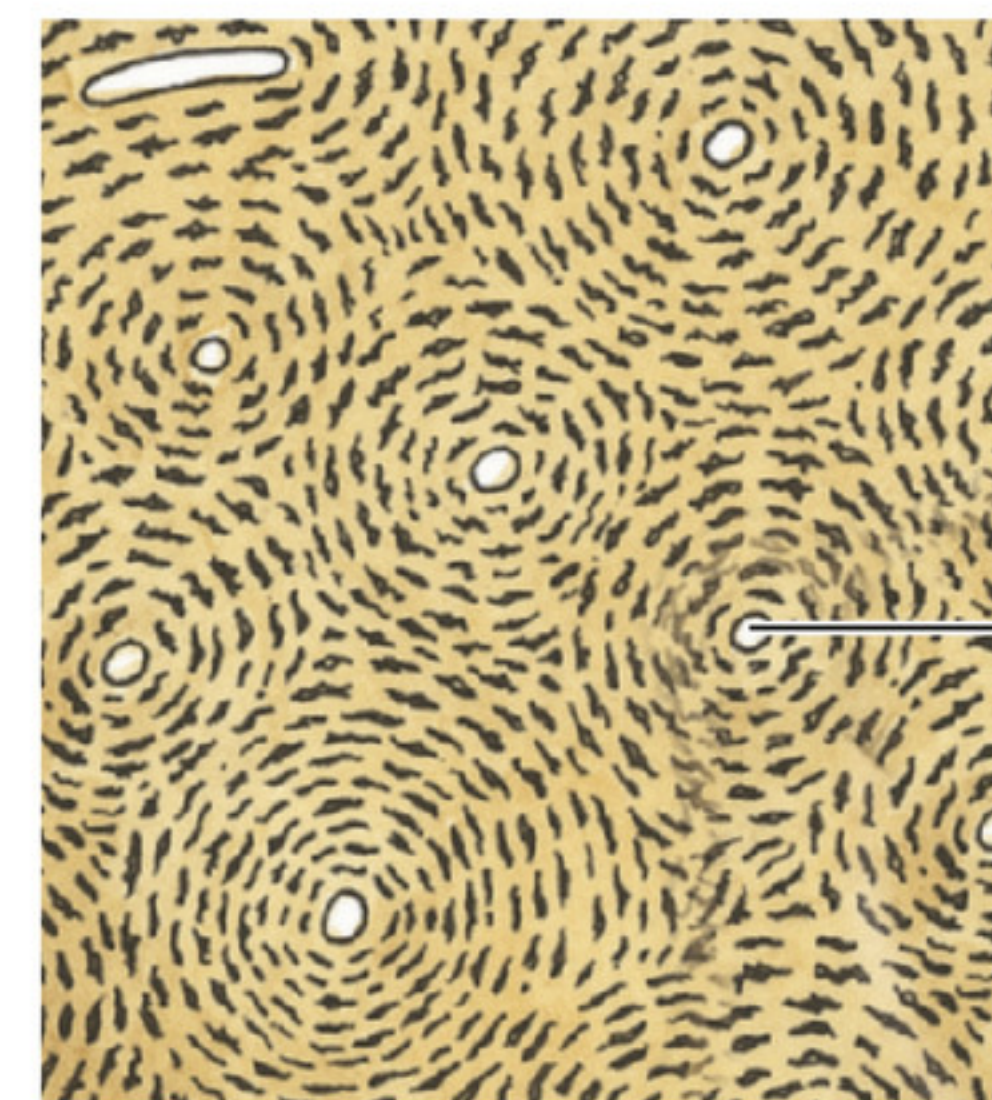
In afbeelding 42 zijn twee weefsels getekend. Vraag 1 tot en met 3 gaan over deze afbeelding.

- 1 In welke tekening zie je kraakbeenweefsel?
 - A In tekening 1.
 - B In tekening 2.
- 2 In welke tekening bestaat de tussencelstof vooral uit lijmstof?
 - A In tekening 1.
 - B In tekening 2.
- 3 Wordt in tekening 2 met P een cel aangegeven?
 - A Ja.
 - B Nee.

▼ **Afb. 42** Weefsels.



1



2

In afbeelding 43 zie je twee röntgenfoto's. Vraag 4 tot en met 6 gaan over deze afbeelding.

4 Op de röntgenfoto's zijn kalkzouten goed zichtbaar. Welke röntgenfoto is gemaakt van de hand van een kind?

- A Röntgenfoto 1.
- B Röntgenfoto 2.

5 Op de röntgenfoto's zijn drie delen aangegeven met P, Q en R.

Welk deel geeft beenweefsel aan?

- A Deel P.
- B Deel Q.

6 In welk deel bevindt zich de meeste lijmstof per gram weefsel?

- A In deel Q.
- B In deel R.

▼ Afb. 43 Röntgenfoto's van een hand.



röntgenfoto 1



röntgenfoto 2

7 Welke stof verdwijnt uit een botje als je het enige tijd in een vlam houdt?

- A Kalkzout.
- B Lijmstof.

DOELSTELLING 6

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen door kruisjes te zetten in de juiste kolom(men).

- 1 Bij welke verbinding zijn twee of meer beenderen één geheel geworden?
- 2 Bij welke twee verbindingen is geen beweging mogelijk?
- 3 Welk type verbinding bevindt zich tussen de beenderen van je bovenbeen en onderbeen?

- 4 Met welk type verbinding zijn de ribben met het borstbeen verbonden?
- 5 Welk type verbinding is in de rug van de slangenmens in afbeelding 44 veel beweeglijker dan normaal?

▼ Afb. 44 Slangenmens Zlata.



In afbeelding 45 zie je de schedel van een poema. Vraag 6 en 7 gaan over deze afbeelding.

- 6 Welk type verbinding wordt aangegeven met R?
- 7 Door welk type verbinding is de onderkaak verbonden met de rest van de schedel?

▼ Afb. 45 Schedel van een poema.



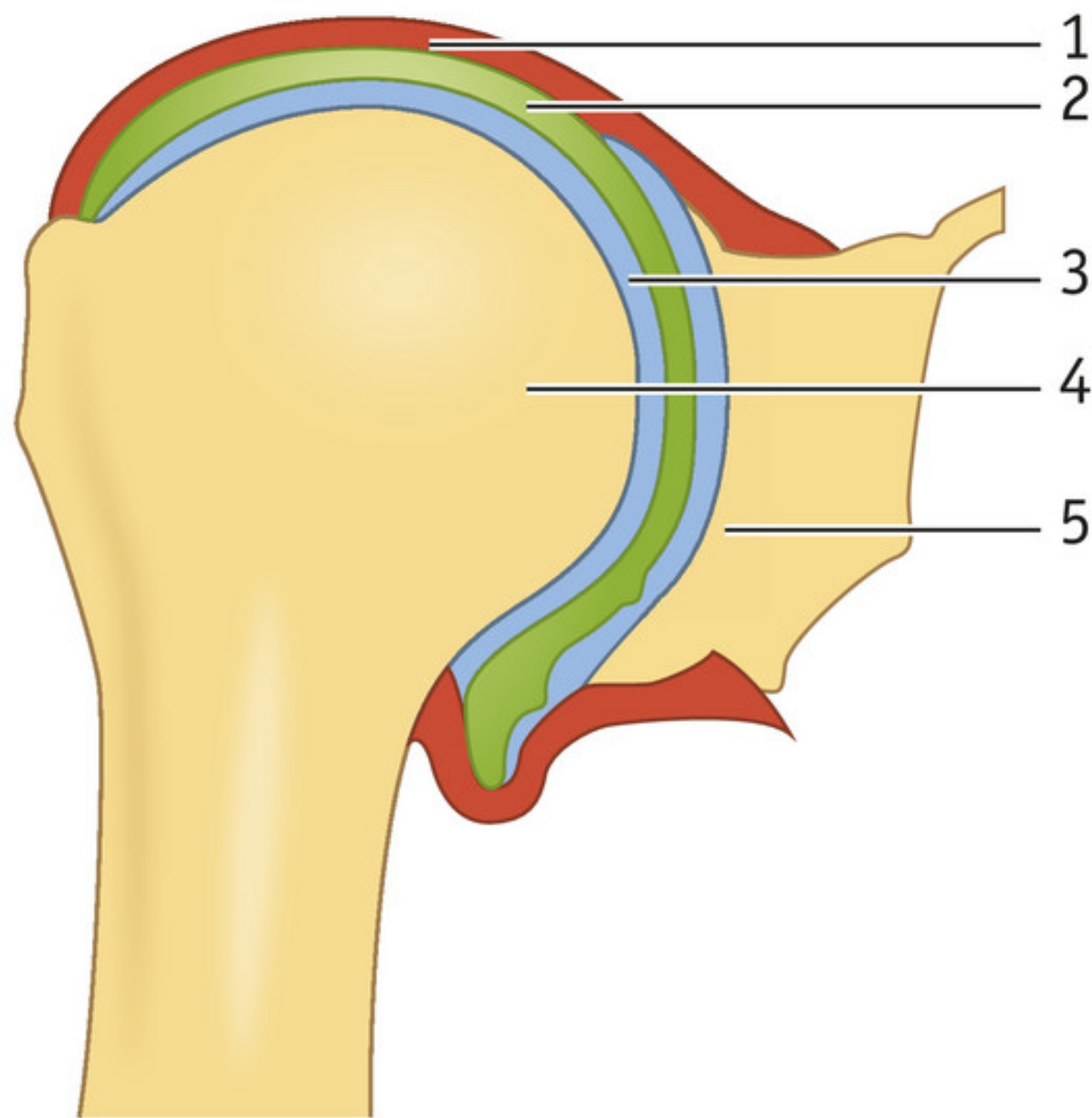
DOELSTELLING 7

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende vragen over afbeelding 46.

- 1 Welke stof zit op plaats 2?
- 2 Waaruit bestaat deel 3?
- 3 Hoe heet deel 4?
- 4 Welke twee delen zorgen ervoor dat een gewricht soepel kan bewegen?
- 5 Welk deel houdt de botten op hun plaats?

▼ **Afb. 46** Bouw van het schoudergewricht.



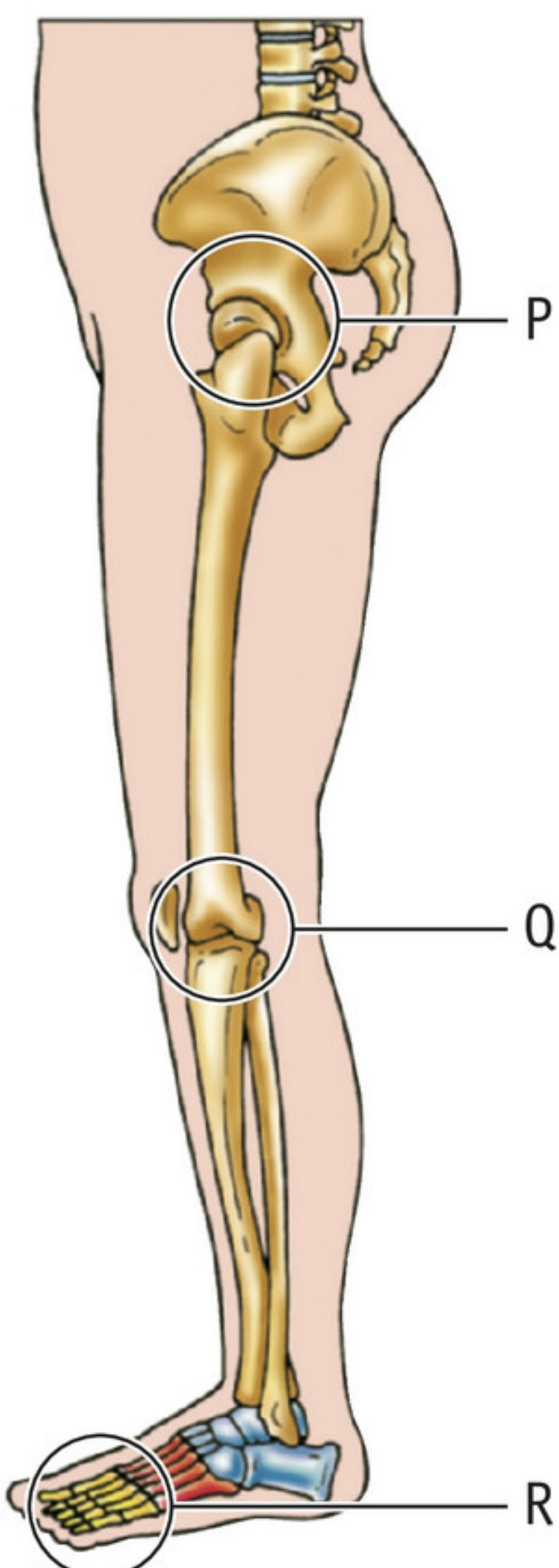
DOELSTELLING 8

BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij welk type gewricht draait het ene bot in de lengteas om het andere bot?
 - A Bij een kogelgewricht.
 - B Bij een rolgewricht.
 - C Bij een scharniergewricht.

▼ **Afb. 47** Been van een mens.



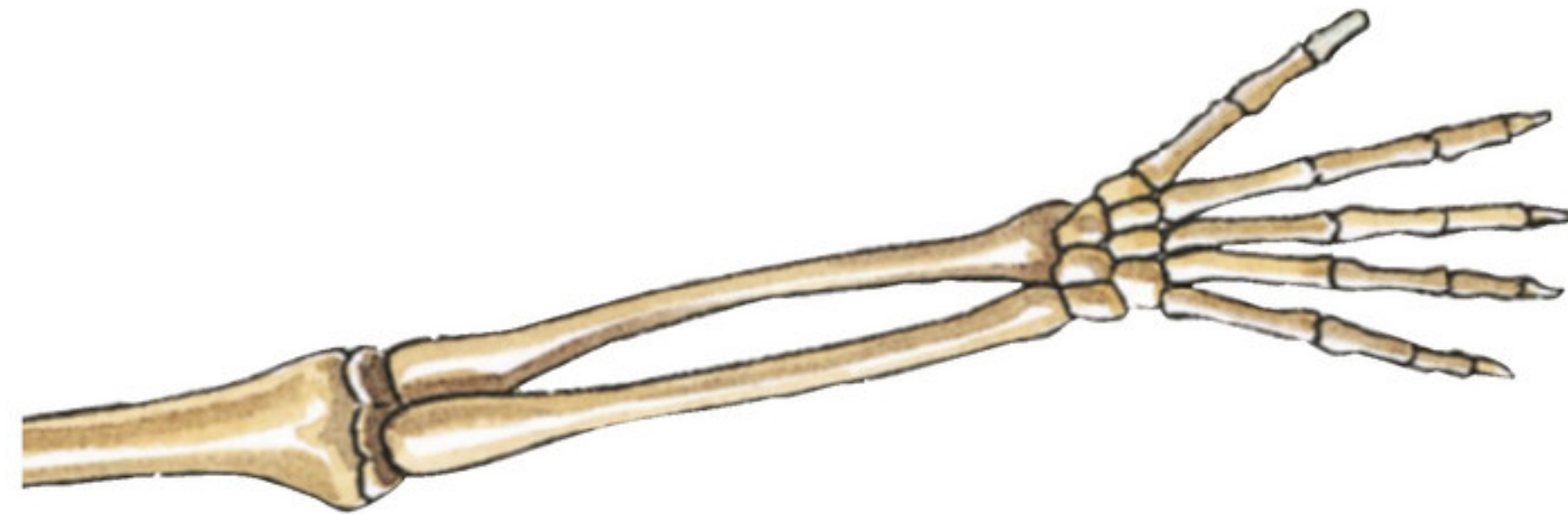
- 2 In afbeelding 47 is een been van een mens getekend. In de tekening zijn drie gewrichten aangegeven met de letters P, Q en R. Welke letters geven scharniergewrichten aan?

- A Alleen P en Q.
- B Alleen P en R.
- C Alleen Q en R.

- 3 In afbeelding 48 is een deel van het skelet getekend. Komt in dit deel van het skelet een kogelgewricht voor? En een rolgewricht?

- A Wel een kogelgewricht, maar geen rolgewricht.
- B Wel een rolgewricht, maar geen kogelgewricht.
- C Zowel een rolgewricht als een kogelgewricht.

▼ **Afb. 48** Beenderen van de arm.



DOELSTELLING 9

BASISSTOF 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

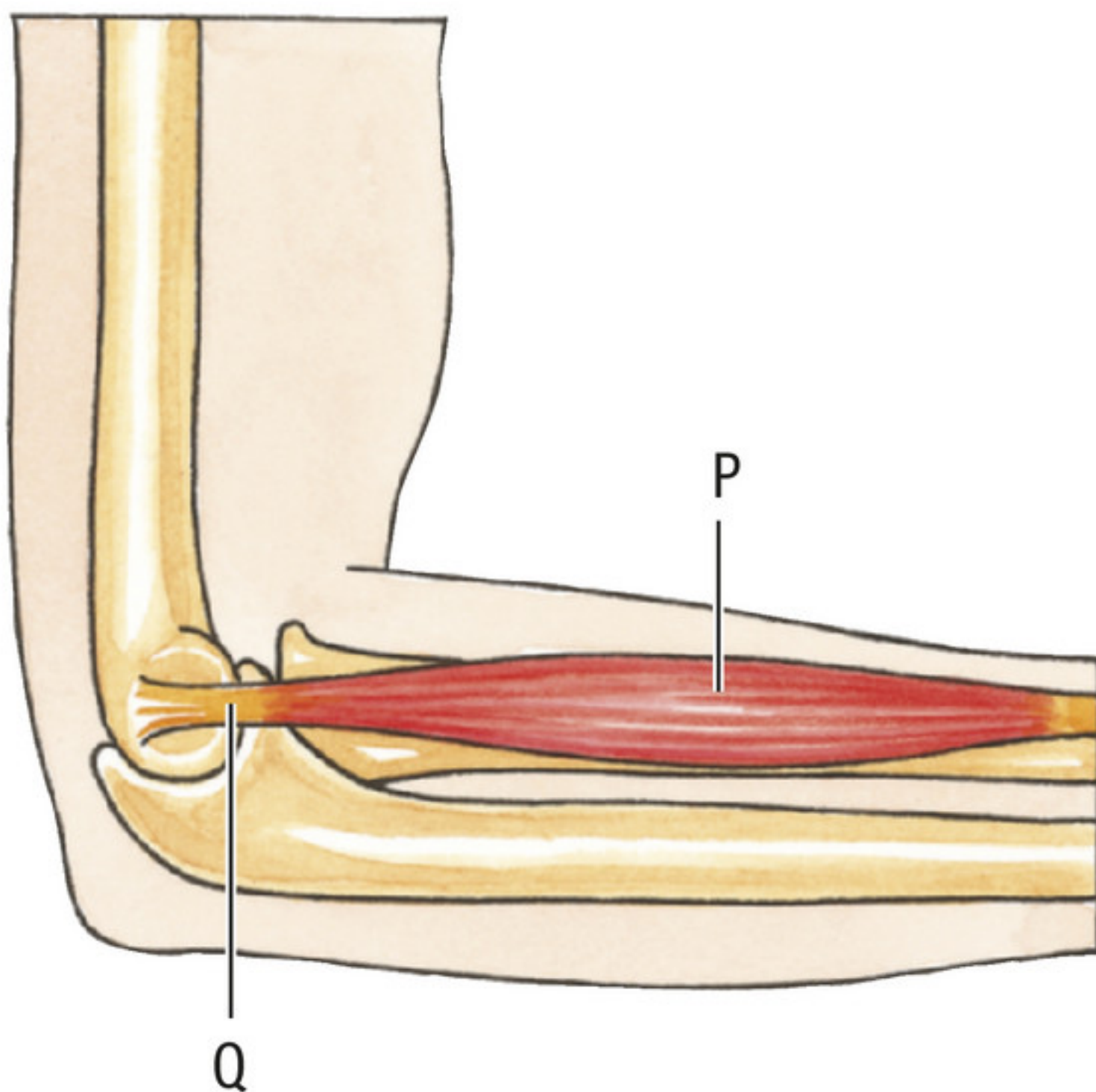
- 1 Twee leerlingen geven een definitie van antagonisten. Raoul zegt dat antagonisten spieren zijn die elkaar tegenwerken. Soumia zegt dat antagonisten spieren zijn waarvan het samentrekken een tegengesteld effect heeft. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Alleen Raoul heeft gelijk.
 - B Alleen Soumia heeft gelijk.
 - C Raoul en Soumia hebben allebei gelijk.
 - D Raoul en Soumia hebben geen van beiden gelijk.
- 2 Een tennisspeler heeft in zijn linkerarm last gekregen van een tennisarm. Tijdens een onderzoek door een arts moet de tennisspeler de linkerhand naar boven bewegen. De onderarm wordt daarbij door de arts tegengehouden (zie afbeelding 49.1). In afbeelding 49.2 is het ellebooggewricht schematisch getekend. Spier P is aan de rechterkant, buiten de afbeelding, verbonden met de hand. Wordt spier P, tijdens het naar boven bewegen van de hand, korter of langer of blijft de spier ongeveer even lang? En pees Q?

- A De spier en de pees worden beide korter.
- B De spier wordt korter en de pees blijft ongeveer even lang.
- C De spier blijft ongeveer even lang en de pees wordt korter.
- D De spier en de pees blijven ongeveer even lang.
- E De spier wordt langer en de pees blijft ongeveer even lang.
- F De spier en de pees worden beide langer.

▼ Afb. 49 Onderzoek aan een tennisarm.



1



2

- 3 In afbeelding 50 zie je het spierstelsel van een rennende man op een bepaald moment. De vragen gaan over de voorste en achterste dijspieren in het rechterbeen van deze man. Kies of deze spieren samengetrokken of ontspannen zijn.

*Voorste dijspieren
rechterbeen*

- A samengetrokken
- B samengetrokken
- C ontspannen
- D ontspannen

*Achterste dijspieren
rechterbeen*

- A samengetrokken
- B ontspannen
- C samengetrokken
- D ontspannen

▼ Afb. 50 Spierstelsel bij een rennende man.



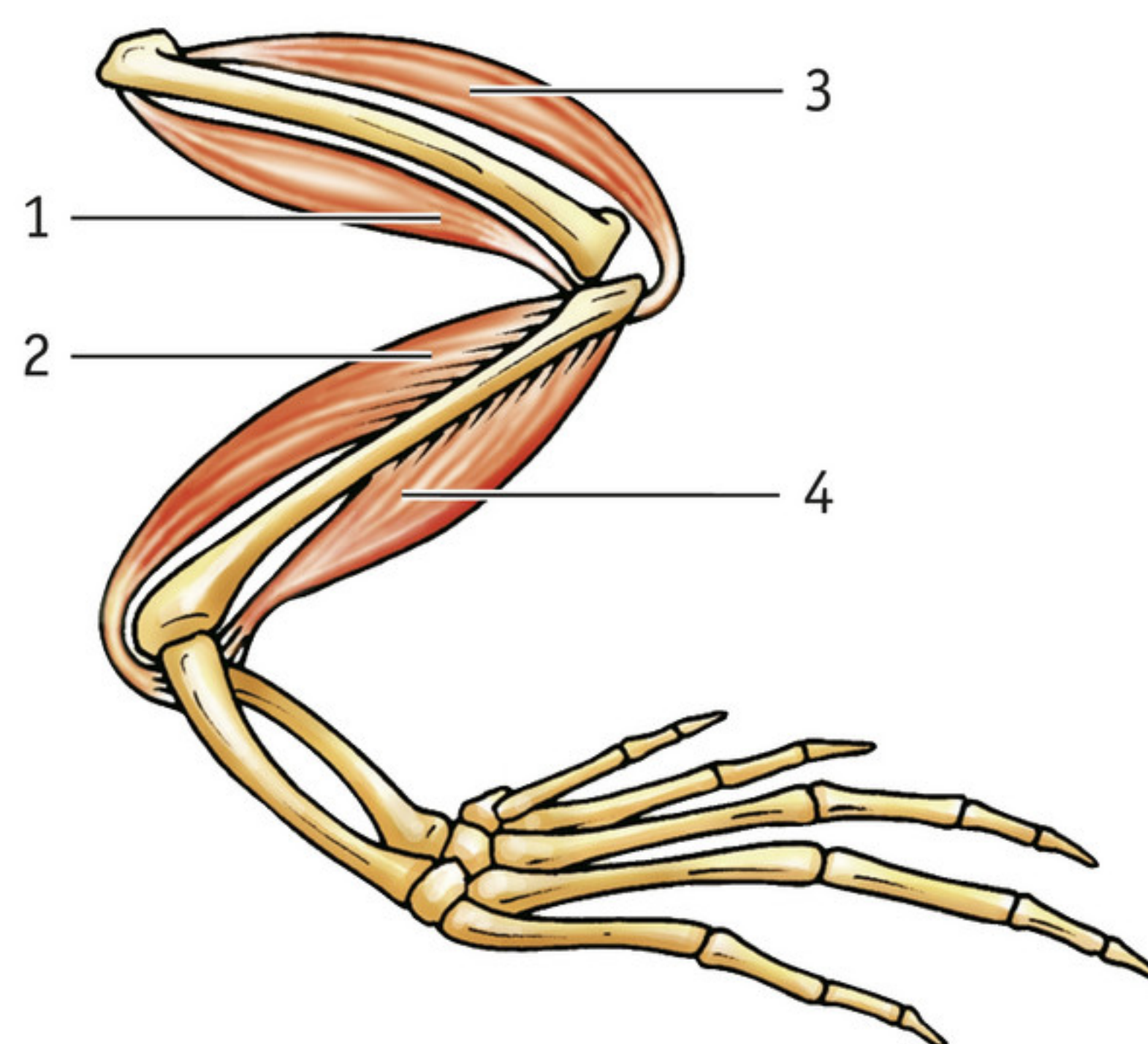
In afbeelding 51 zijn de beenderen en enkele spieren in de achterpoot van een kikker schematisch getekend. Vraag 4 en 5 gaan over deze afbeelding.

- 4 Als een kikker opspringt, strekt de kikker zijn achterpoten.

Welke twee spieren trekken zich dan samen?

- A De spieren 1 en 2.
- B De spieren 1 en 4.
- C De spieren 2 en 3.
- D De spieren 2 en 4.

▼ Afb. 51 Beenderen en spieren van een kikker.



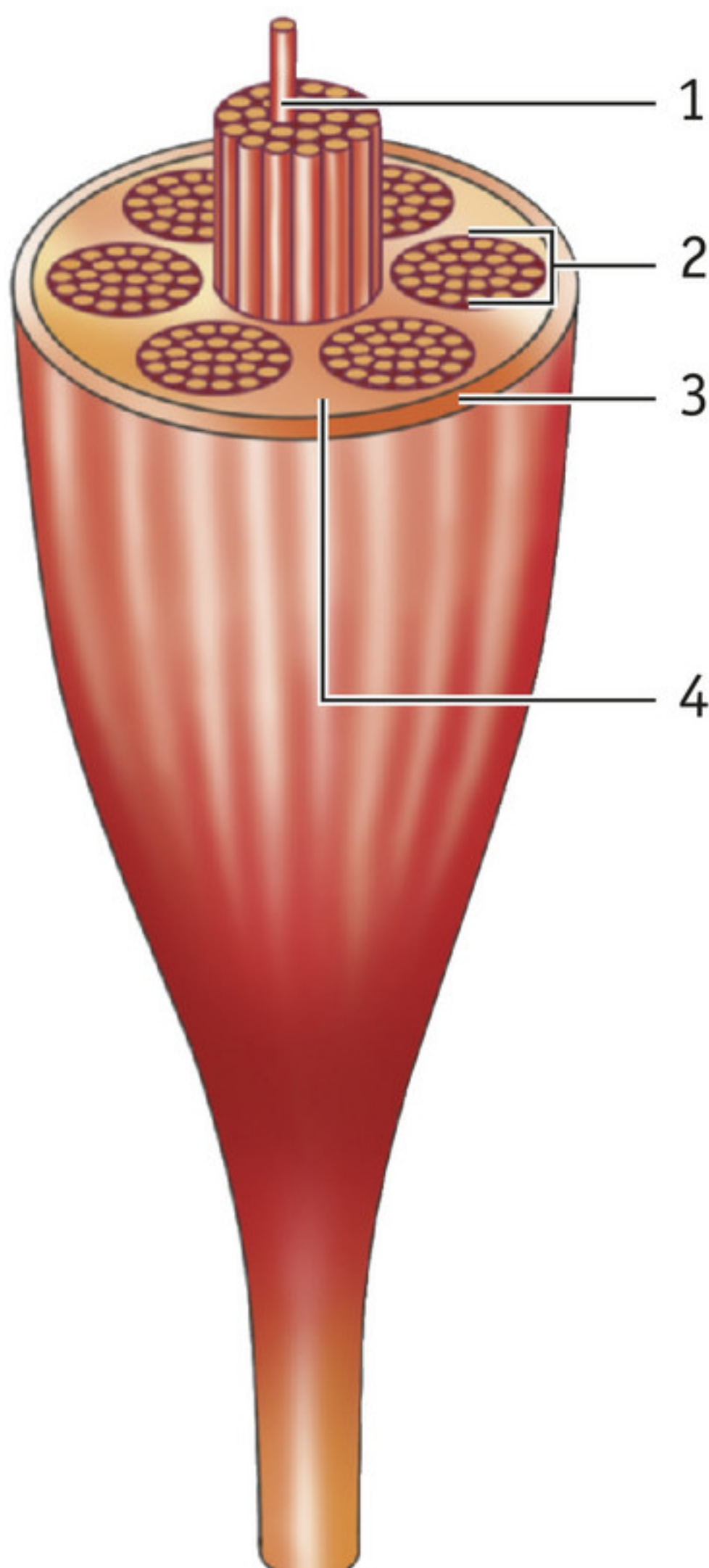
5 Welke van de getekende spieren zijn antagonisten van elkaar?

- A Alleen de spieren 1 en 2 zijn antagonisten van elkaar.
- B Alleen de spieren 2 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
- C De spieren 1 en 2 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 3 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
- D De spieren 1 en 3 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 2 en 4 zijn antagonisten van elkaar.
- E De spieren 1 en 4 zijn antagonisten van elkaar en de spieren 2 en 3 zijn antagonisten van elkaar.

6 In afbeelding 52 is een deel van een spier schematisch getekend. Met welk nummer is een spierbundel aangegeven?

- A Met nummer 1.
- B Met nummer 2.
- C Met nummer 3.
- D Met nummer 4.

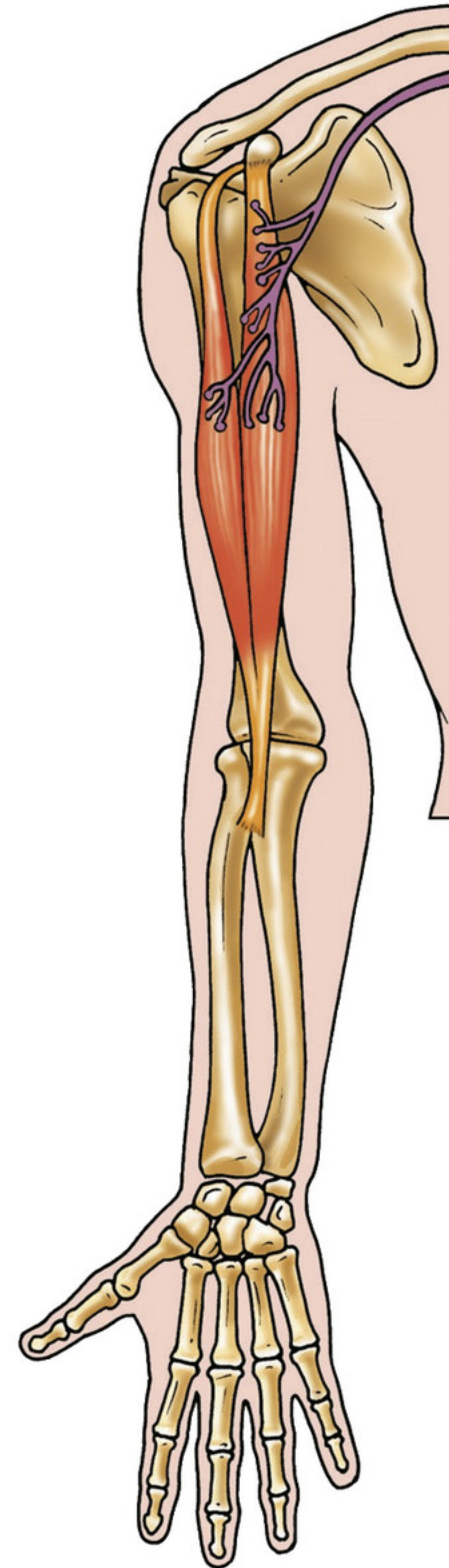
▼ Afb. 52 Bouw van een spier (schematisch).



7 Afbeelding 53 geeft een rechterarm weer waarin het skelet, een spier met aanhechtingsplaatsen en een zenuw zichtbaar zijn. Kun je de arm actief buigen met de afgebeelde spier? En kun je de arm actief strekken met de afgebeelde spier?

- A Niet actief buigen en ook niet actief strekken.
- B Wel actief buigen, maar niet actief strekken.
- C Wel actief strekken, maar niet actief buigen.
- D Zowel actief buigen als actief strekken.

▼ Afb. 53 Arm met zenuwen, botten en spieren.



DOELSTELLING 10

BASISSTOF 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De spieren die de dubbele-S-vorm van de wervelkolom in stand houden, zitten vast aan de tussenwervelschijven.
- 2 De tussenwervelschijven zijn veerkrachtig.

Bewering 3 en 4 gaan over de tilhouding van het meisje in afbeelding 54.

- 3 Door de tilhouding van het meisje kunnen haar tussenwervelschijven aan één kant worden ingedrukt.
- 4 Door de tilhouding van het meisje houdt haar wervelkolom de dubbele-S-vorm.

▼ Afb. 54 Tilhouding.



- 5 Door de zithouding van de man in afbeelding 55 kunnen zijn rugwervels scheef komen te staan.

▼ Afb. 55 Zithouding.



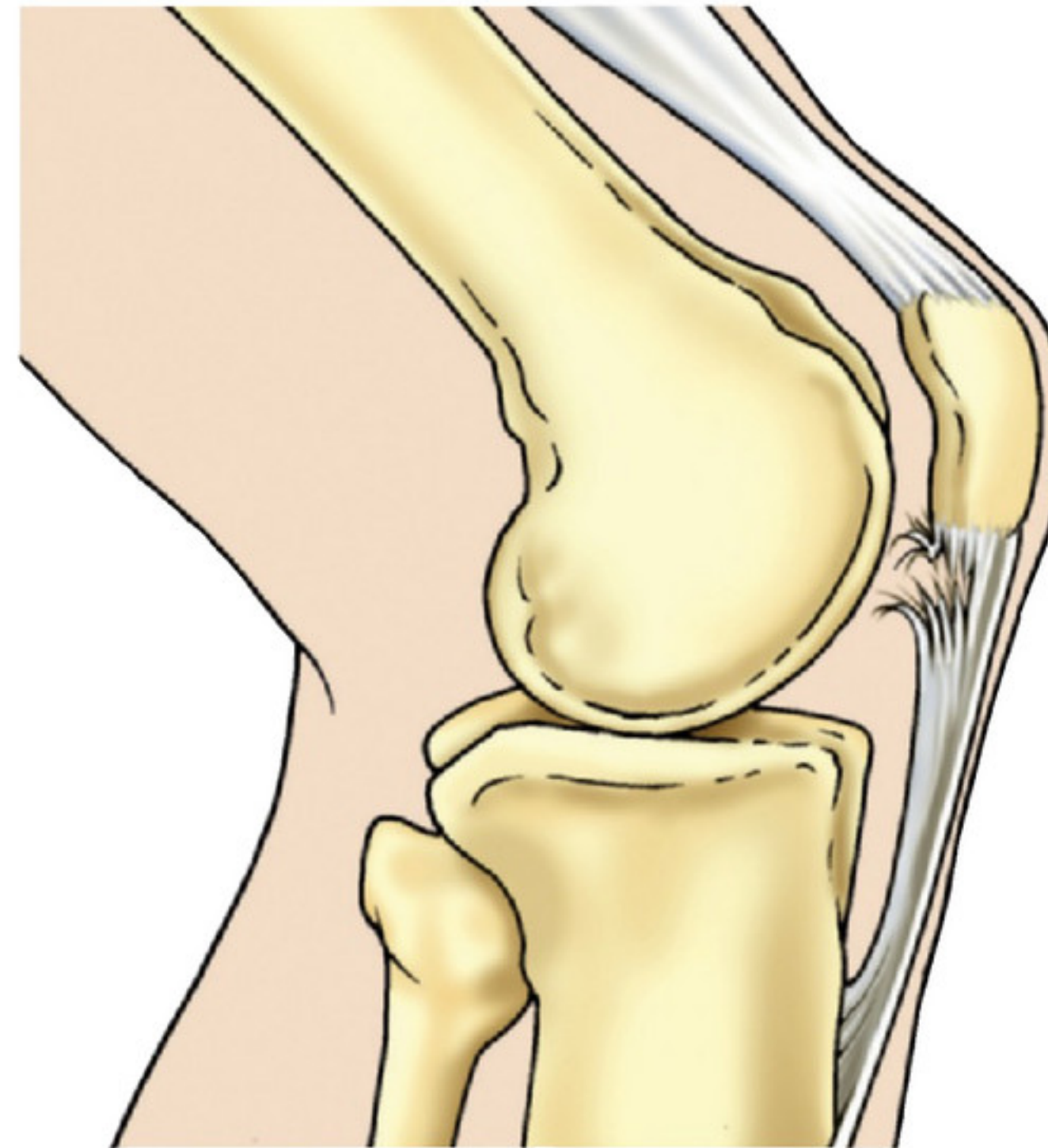
DOELSTELLING 11

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

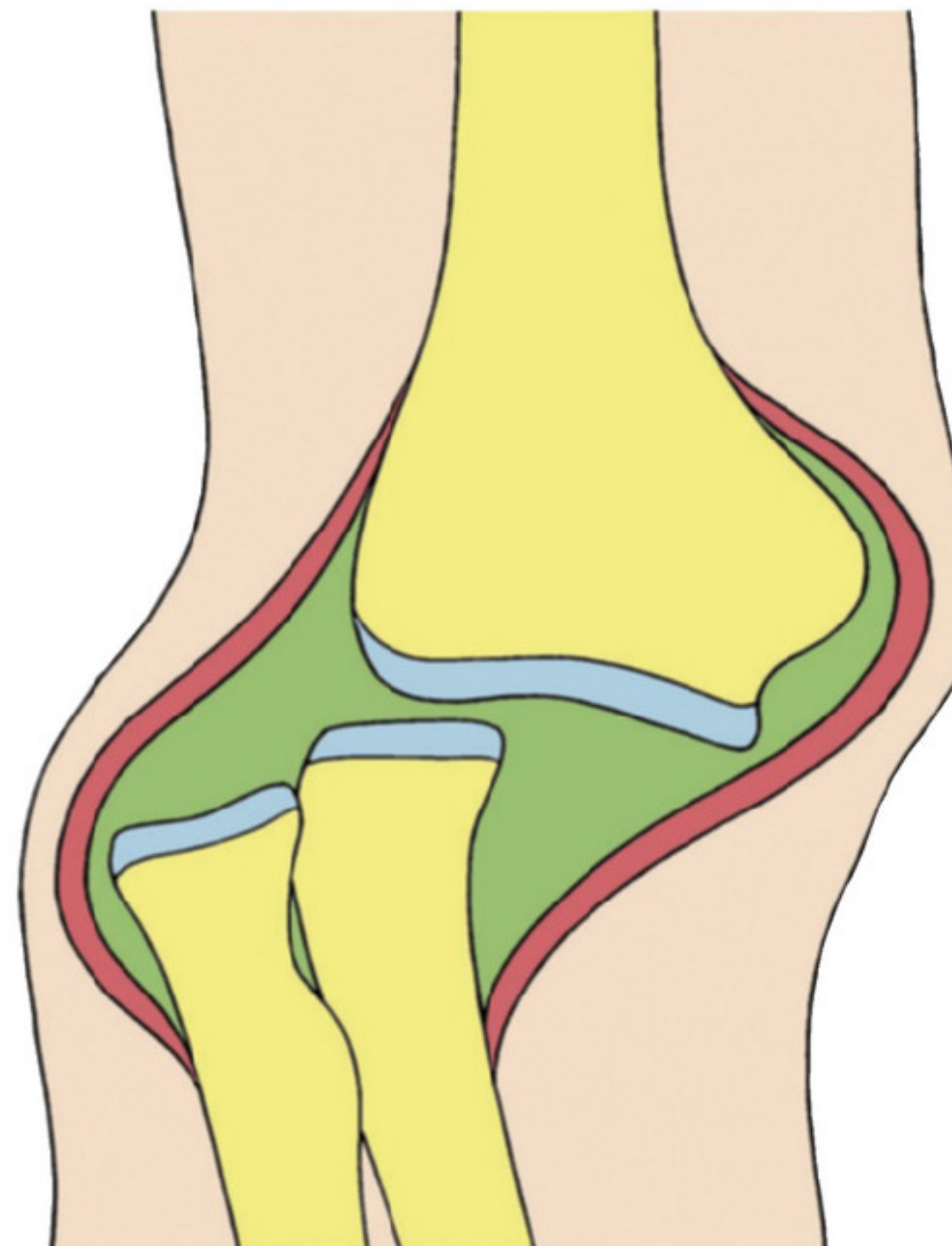
- 1 Verspringers hebben regelmatig blessures aan hun knieën. Hierbij treedt pijn op aan de onderzijde van de knieschijf. De blessure ontstaat door overbelasting van een pees (zie afbeelding 56). Van welk soort sportblessure is hier sprake?
- A RSI.
 - B Spierscheuring.
 - C Voetbalknie.

▼ Afb. 56 Een springersknie.



- 2 Welke sportblessure is in afbeelding 57 schematisch weergegeven?
- A Een botbreuk.
 - B Een ontwrichting.
 - C Een scheuring van kapselbanden.

▼ Afb. 57 Welke sportblessure zie je hier?



- 3 Bij een bepaalde blessure kan een arts besluiten een stukje kraakbeen uit een gewricht te verwijderen. Bij welke blessure is dat het geval?
- A Bij een achillespeesontsteking.
 - B Bij een tennisarm.
 - C Bij een voetbalknie.
- 4 Waarom wordt bij een botbreuk een gipsverband aangelegd?
- A Om de bothelften in de goede stand te houden.
 - B Om de pijn te verminderen.
 - C Om inwendige bloedingen tegen te gaan.

▼ Afb. 58

Smash

‘Ik speel erg graag volleybal en train twee keer per week. Soms speel ik misschien wel iets te fanatiek,’ zegt Evi. ‘Vooral bij een wedstrijd. Zo bleek ook vorige week. Ik sprong omhoog en wilde een wereldsmash maken. Maar toen ik mij afzette om de sprong te maken, ging het mis. Ik voelde een scherpe pijn in mijn kuit en viel. Door de val had ik ook een blauwe plek op mijn hoofd, maar die voelde ik niet eens. Mijn voet bewegen doet nog steeds zeer. Met mijn voet en enkel is niets aan de hand, zei de huisarts. Ik moet de komende tijd rustig aan doen en kan voorlopig helaas niet trainen. Ik moet mijn voet eerst rustig bewegen.’



De context ‘Smash’ (zie afbeelding 58) gaat over volleybalster Evi. Vraag 6 en 7 gaan over deze context.

- 5 Welke blessure heeft Evi waarschijnlijk opgelopen aan haar kuit?
- A Een kneuzing.
 - B Een spierscheuring.
 - C Een tennisarm.
 - D Een verzwikking.
- 6 Welke blessure heeft Evi waarschijnlijk opgelopen aan haar hoofd?
- A Een kneuzing.
 - B Een spierscheuring.
 - C Een tennisarm.
 - D Een verzwikking.

DOELSTELLING 12

BASISSTOF 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Leg uit dat je spierkramp kunt voorkomen met een goede warming-up.
- 2 Bij voetbal gebruik je scheenbeschermers (zie afbeelding 59).
Welke twee blessures zul je bij voetbal waarschijnlijk voorkomen met scheenbeschermers?

▼ Afb. 59 Scheenbeschermers.



- 3 Ester speelt tennis.
Geef de twee belangrijkste adviezen waarmee Ester de kans op een tennisarm het best kan verminderen. Leg uit waarom je deze adviezen geeft.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

1 Conditietest

In de basisstof heb je geleerd dat je met een goede conditie meer kans hebt gezond en fit te blijven. Door de opkomst van beeldschermen in werk en vrije tijd zijn mensen minder gaan bewegen. Om toch gezond te blijven gaan veel mensen sporten (zie afbeelding 60).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 132

▼ Afb. 60

Voetbalconditie

Stijn voetbalt twee keer per week en vertelt er enthousiast over: 'Ik zit in het B2-team. Eén keer per week train ik en één keer per week heb ik een wedstrijd. Als aanvaller moet ik mezelf vrijlopen om speelruimte voor de bal te maken. Ik loop al gauw acht kilometer in een wedstrijd. Het is veel zwaarder dan gewoon acht kilometer hardlopen, omdat je steeds versnelt en daarna weer rustiger loopt.

Om een nog betere conditie te krijgen, ga ik elke week een halfuur hardlopen samen met drie teamgenoten. We hebben met elkaar een afspraak, dus je laat het niet zo gauw zitten. Mijn conditie is best goed. Dat merk ik vooral bij de wedstrijden. Doordat ik het langer volhoud, kan ik heel veel jongens eruit lopen. Ik wil graag winnen. Dat vind ik kicken.

Mijn conditie is niet altijd zo goed geweest. Ik was op de basisschool niet zo fanatiek met sport en gamede veel. Toen voelde ik me ook niet zo fit. Na een wedstrijd was ik meestal kapot.'



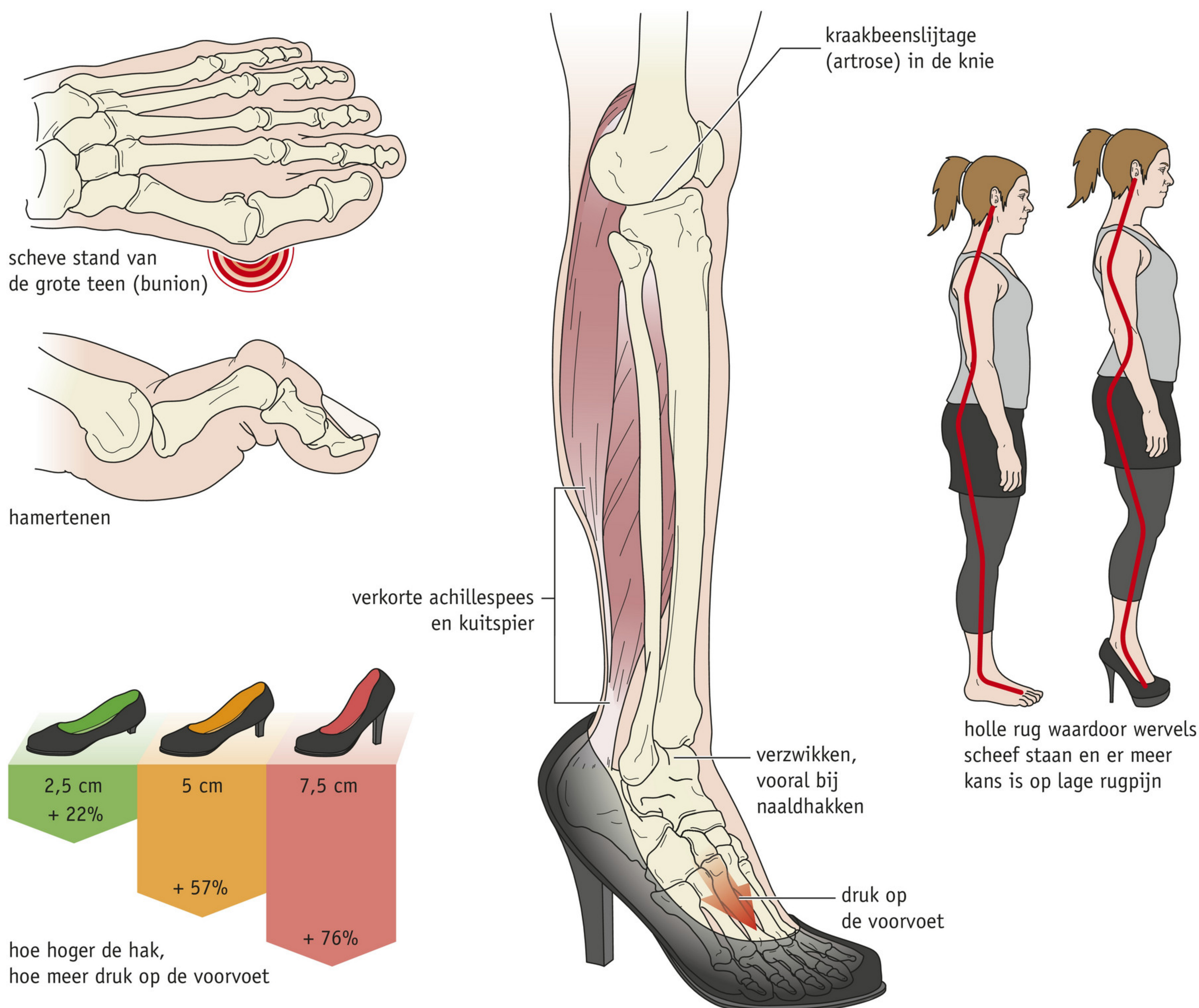
2 Hoge hakken

In de basisstof heb je geleerd dat je met een goede lichaamshouding rugklachten voorkomt. Deze verrijksstof gaat over de lichamelijke gevolgen van het lopen op hoge hakken. Op internet zoek je hierover informatie en schrijf je een advies over het lopen op hoge hakken.

Sommige vrouwen voelen zich meer vrouwelijk door het dragen van hoge hakken. Ze voelen zich eleganter of zelfverzekerder. Bepaalde spieren in het bekken worden ook sterker. Dat kan handig zijn bij een bevalling. Maar het lopen op hoge hakken is niet echt comfortabel en na een tijd vaak pijnlijk. Als je regelmatig op hoge hakken loopt, heb je meer kans op lichamelijke klachten. In afbeelding 61 zie je welk lichamelijk letsel kan ontstaan door regelmatig op hoge hakken te lopen.

▼ **Afb. 61** Kans op letsel door het lopen op hoge hakken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 134



PLUSSTOF

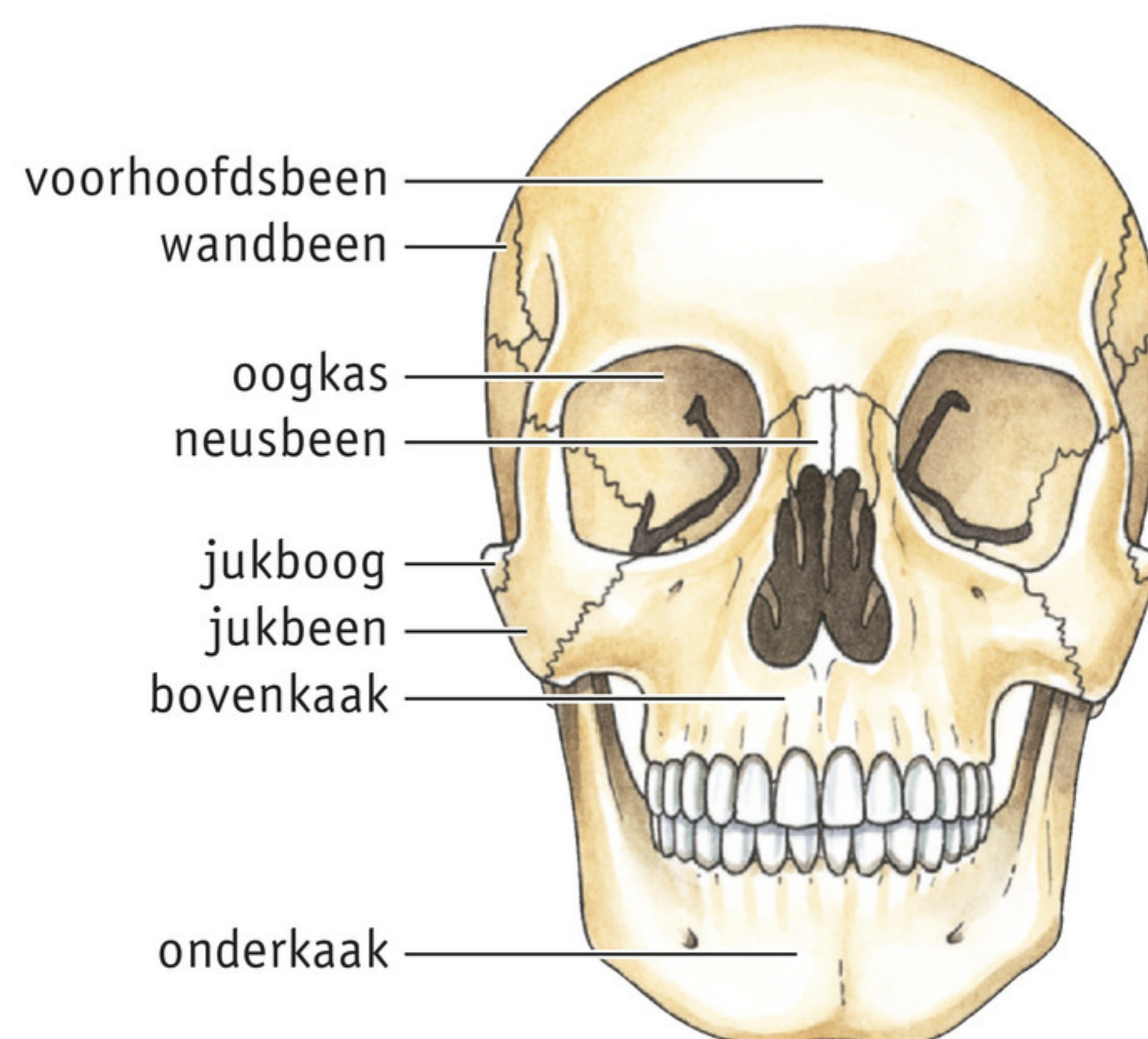
3 De schedel

Als je later in een ziekenhuis wilt werken of een medisch beroep kiest, kun je te maken krijgen met Latijnse medische termen. In deze verrijkingstof ga je de Latijnse namen opzoeken van de beenderen van de mens. Je gaat ook enkele vragen beantwoorden over de beenderen van de schedel van een baby.

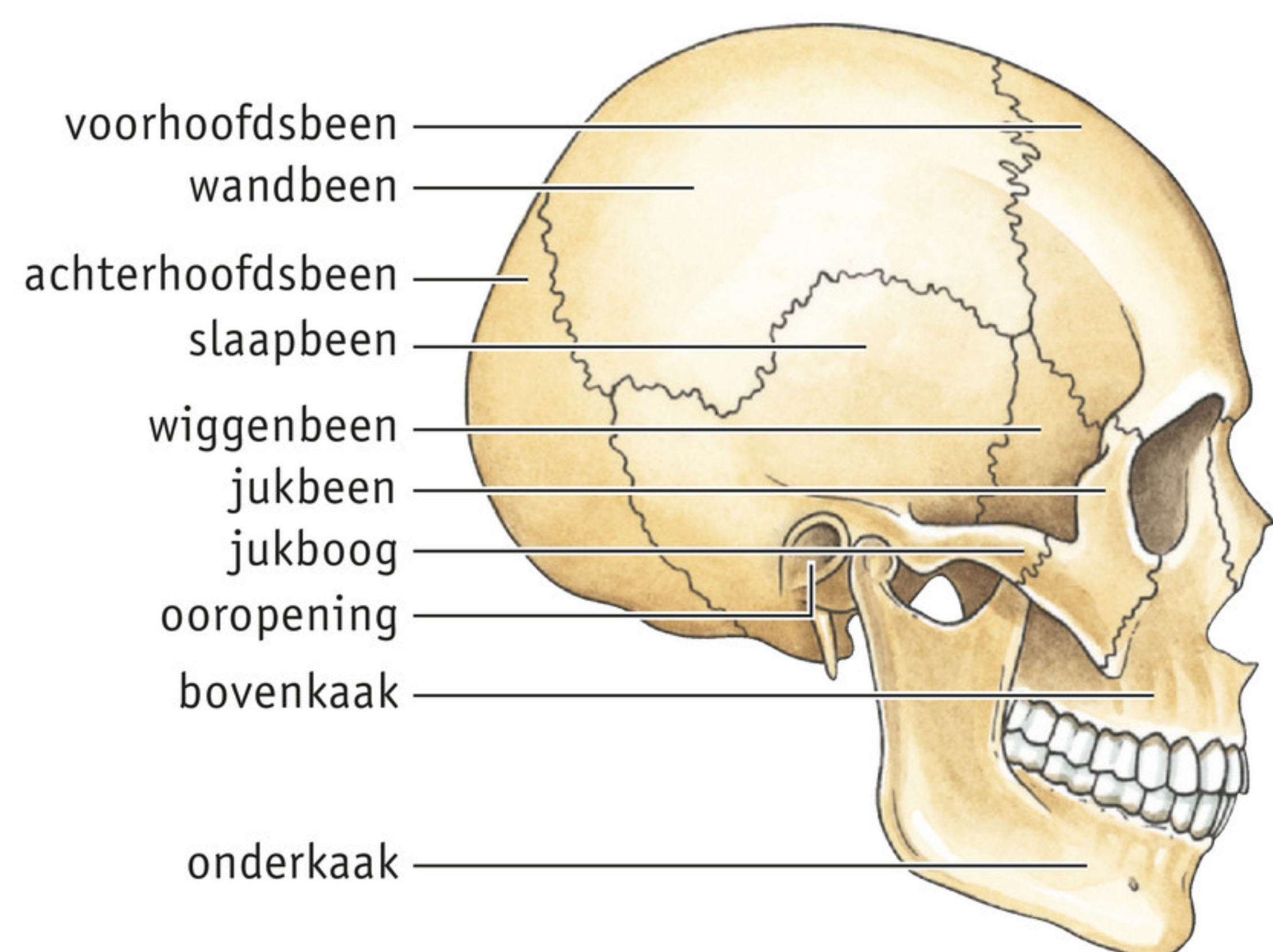
In afbeelding 62 is de schedel van de mens getekend. Je hebt geleerd dat de schedelbeenderen door naden zijn verbonden. De schedelbeenderen van een pasgeboren kind zitten nog niet aan elkaar vast (zie afbeelding 63). De dunne, vliezige plaatsen tussen de schedelbeenderen heten de **fontanellen**. Op deze plaatsen zit bindweefsel. Als het kind ongeveer anderhalf jaar oud is, zijn de fontanellen dichtgegroeid. Het bindweefsel is dan veranderd in been.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 136

▼ **Afb. 62** De schedel van de mens.

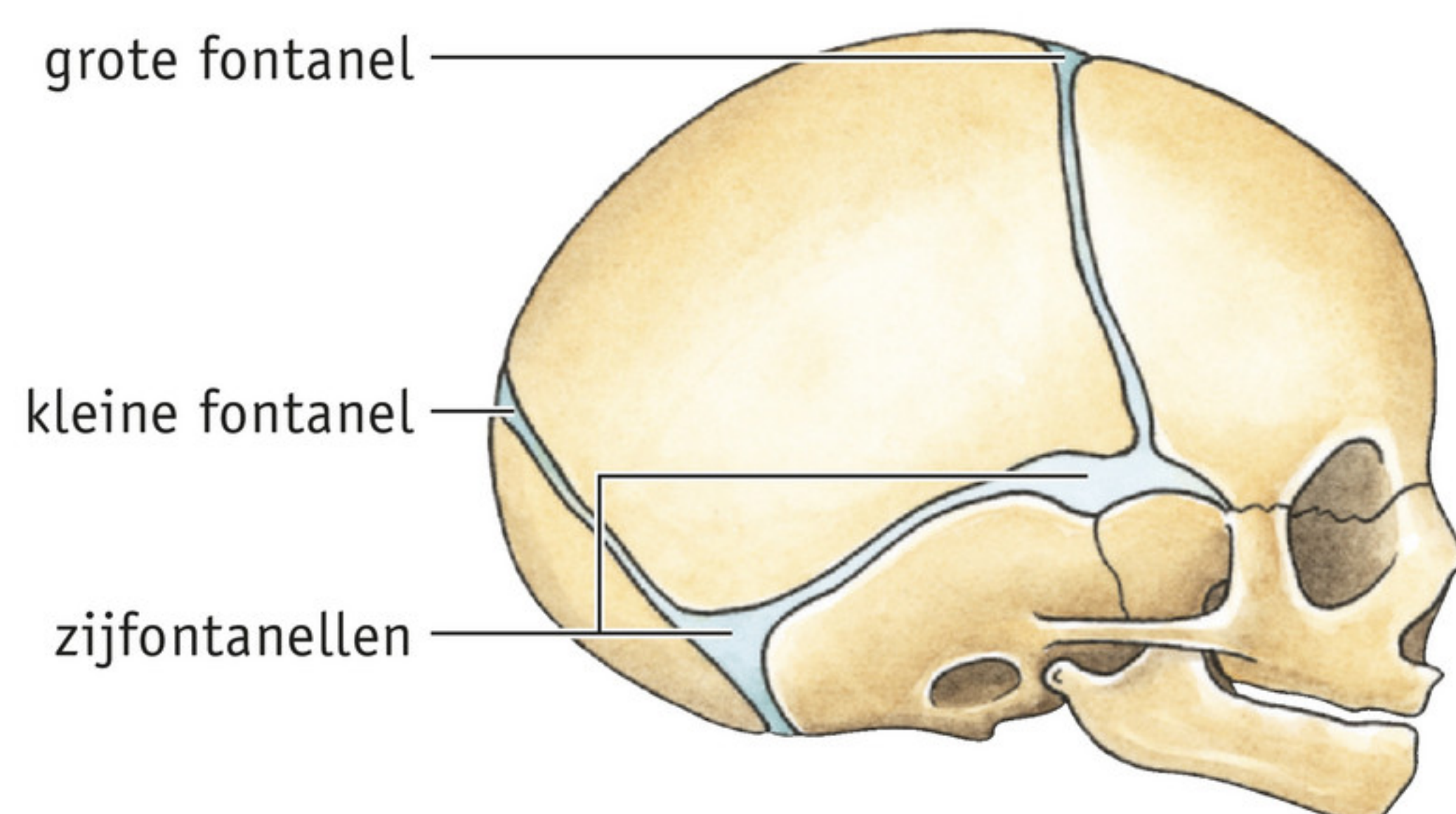


1 vooraanzicht

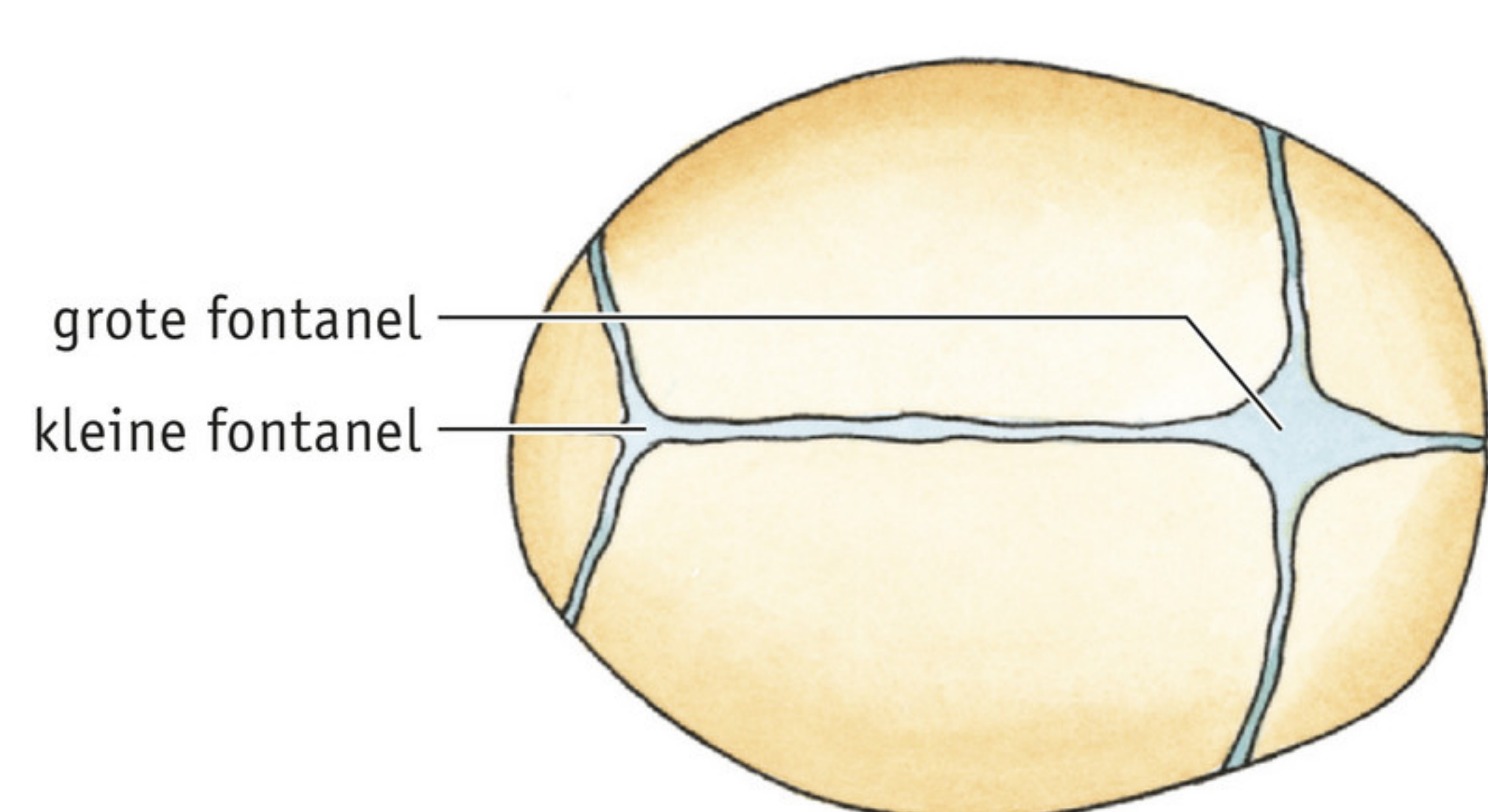


2 zijaanzicht

▼ **Afb. 63** De schedel van een pasgeboren baby.



1 bovenaanzicht



2 zijaanzicht

Examentrainer

SKELET VAN EEN PAARD

Bron: examen vmbo-gt 2007-1, vraag 38 en 39.

In afbeelding 64 staat het skelet van een paard afgebeeld.

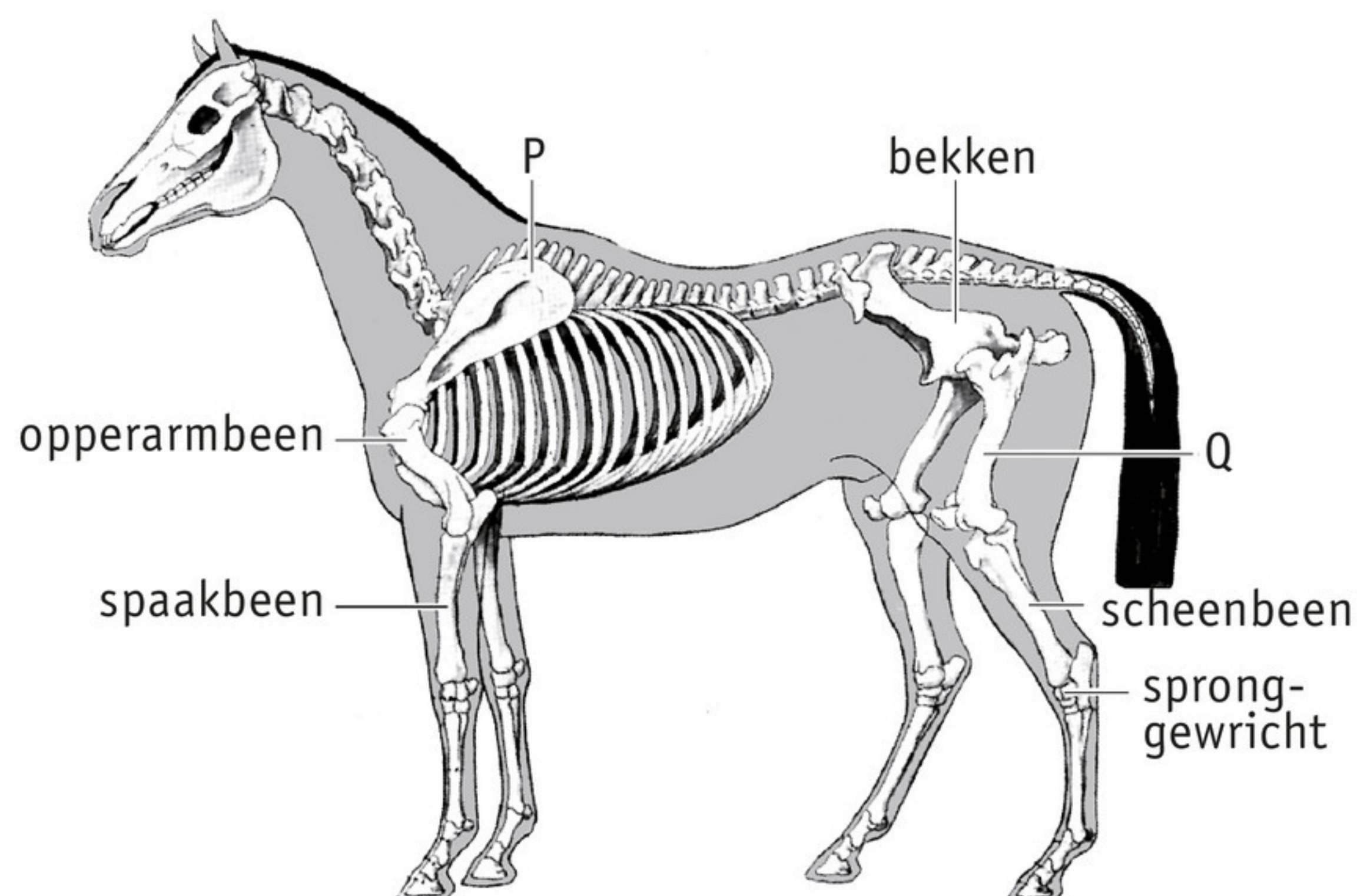
2p **1** Geef de namen van bot P en Q.

In de afbeelding staat onder andere het spronggewricht aangegeven.

1p **2** Met welk gewricht bij de mens komt het spronggewricht overeen?

- A Met het ellebooggewricht.
- B Met het enkelgewricht.
- C Met het kniegewricht.
- D Met het polsgewricht.

▼ **Afb. 64** Skelet van een paard.



REPTIELEN

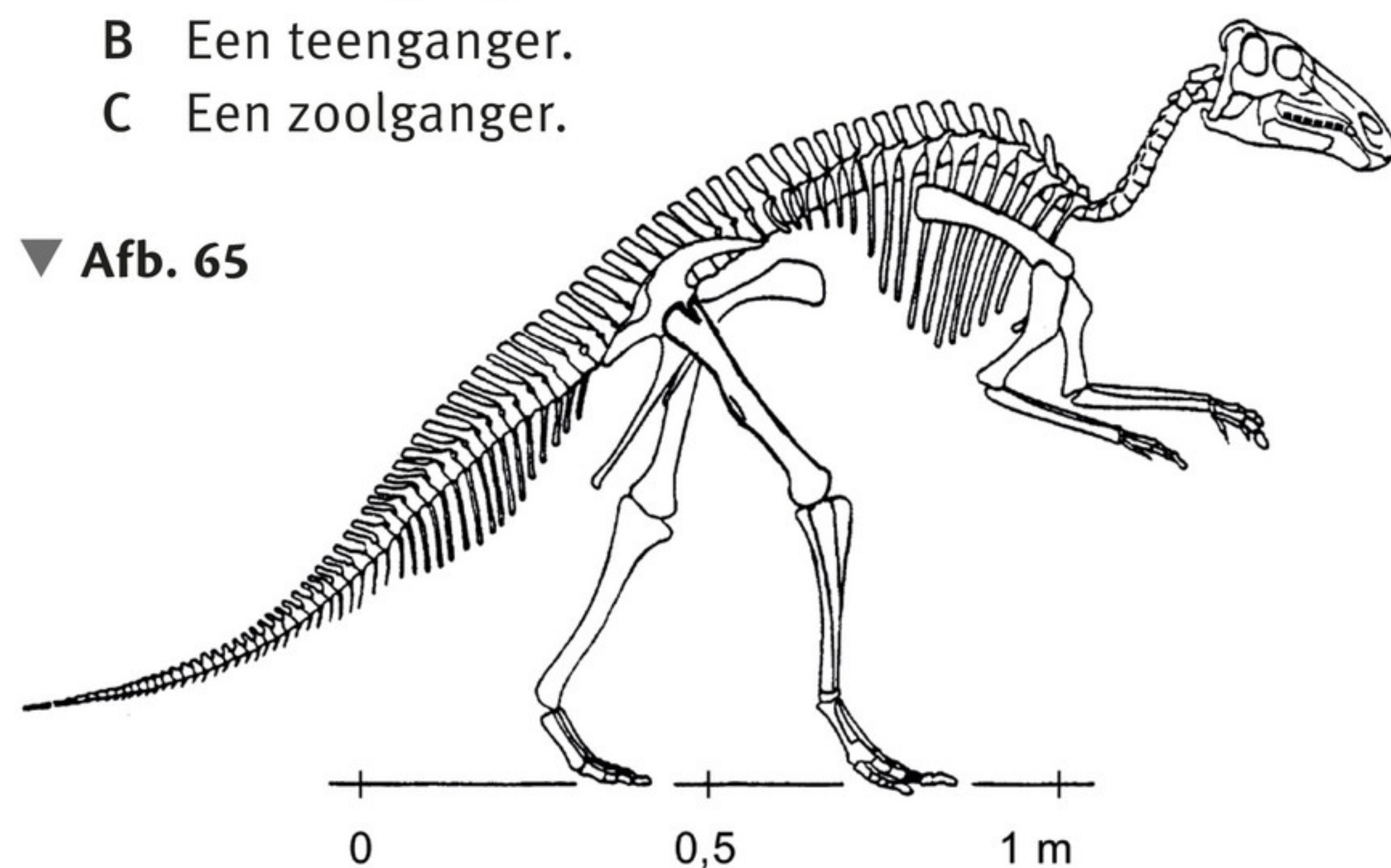
bron: examen vmbo-gt 2006-2, vraag 42.

1p **3** In afbeelding 65 is het skelet van een dinosauriër afgebeeld.

Is deze dinosauriër een hoefganger, een teenganger of een zoolganger?

- A Een hoefganger.
- B Een teenganger.
- C Een zoolganger.

▼ **Afb. 65**



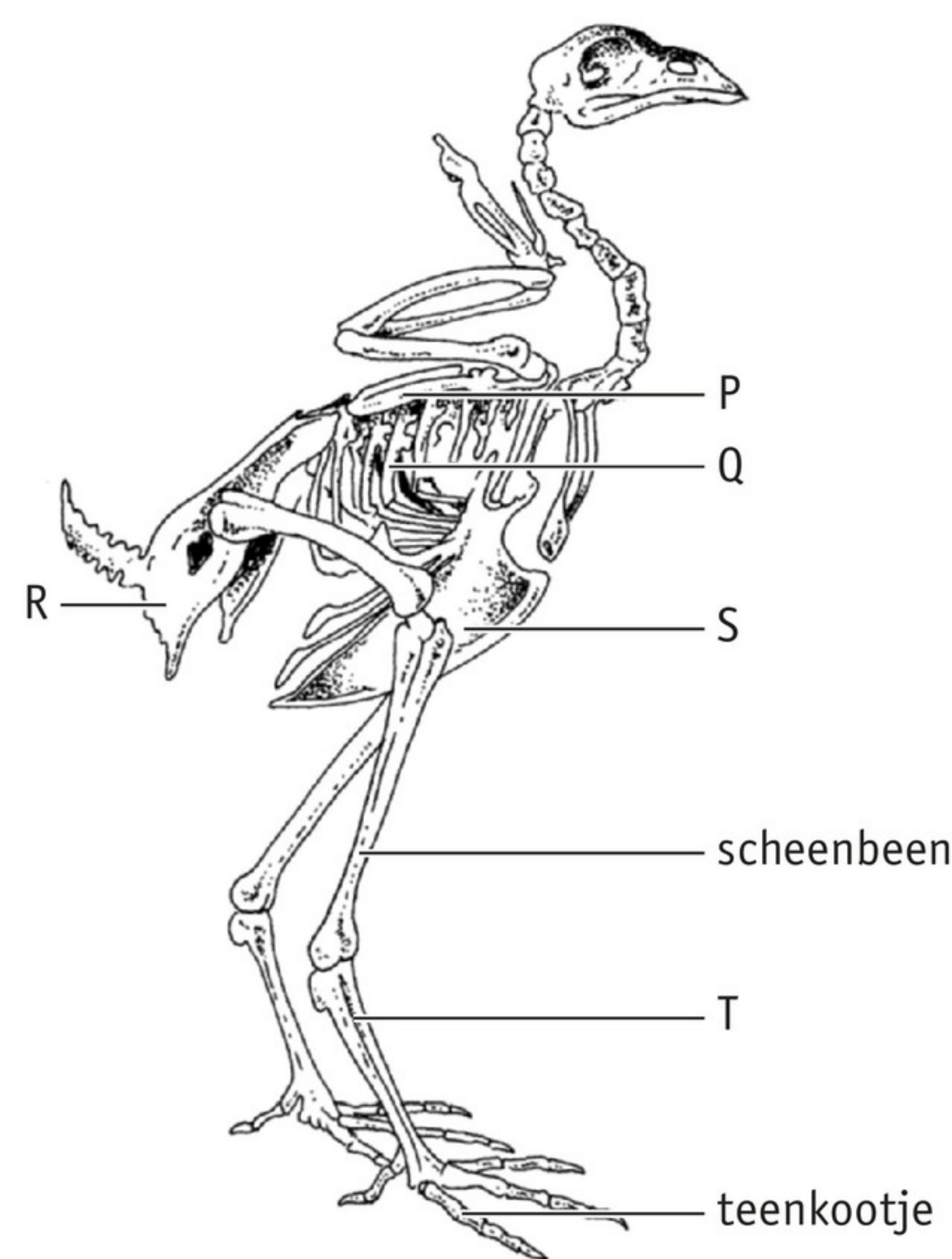
SKELET VAN EEN KIP

Naar: examen vmbo-gt 2007-2, vraag 38 en 39.

Het skelet van een vogel is licht maar stevig gebouwd. Het borstbeen heeft een groot uitsteeksel waaraan de sterke vliegspieren zijn vastgehecht. In afbeelding 66 is het skelet van een kip weergegeven. De botten van een kip hebben meestal dezelfde namen als de overeenkomstige botten van een mens.

1p **4** Welke letter geeft het bot aan waaraan de vliegspieren zijn bevestigd?

▼ **Afb. 66** Skelet van een kip.



Bot T bestaat bij de mens uit twee soorten botten. Bij de kip zijn al deze botten aan elkaar gegroeid tot één bot.

2p **5** Hoe heten deze twee soorten botten bij de mens, die bij een kip aan elkaar zijn gegroeid tot bot T?

EVOLUTIE VAN HET SKELET

Bron: examen vmbo-gt 2010-1, vraag 7 en 8.

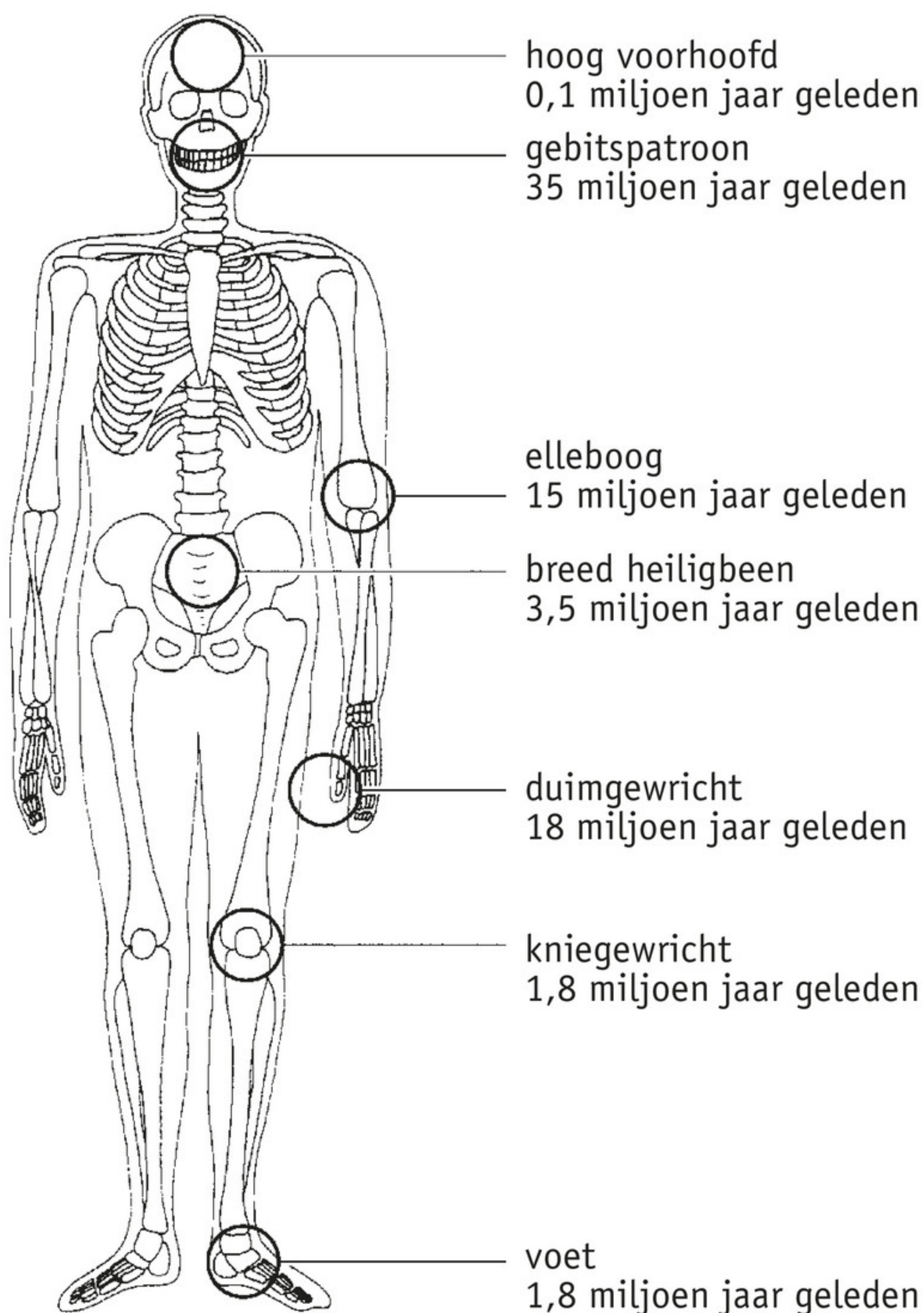
Het skelet van de mens zoals dat er nu uit ziet, is volgens de evolutietheorie ontstaan uit het skelet van voorouders door veranderingen in het erfelijk materiaal.

- 1p **6** Hoe wordt zo'n verandering in het erfelijk materiaal genoemd?

Wetenschappers hebben van verschillende delen van het skelet onderzocht wanneer ze volgens de evolutietheorie hun huidige vorm kregen (zie afbeelding 67). In je werkboek staat een tijdbalk. Hierin is het ontstaan van het kniegewricht aangegeven.

- 2p **7** Teken in de tijdbalk in je werkboek op dezelfde manier het tijdstip in van het ontstaan van het brede heiligbeen. Teken ook het tijdstip in van het ontstaan van een hoog voorhoofd.

▼ **Afb. 67** Evolutie van het skelet.

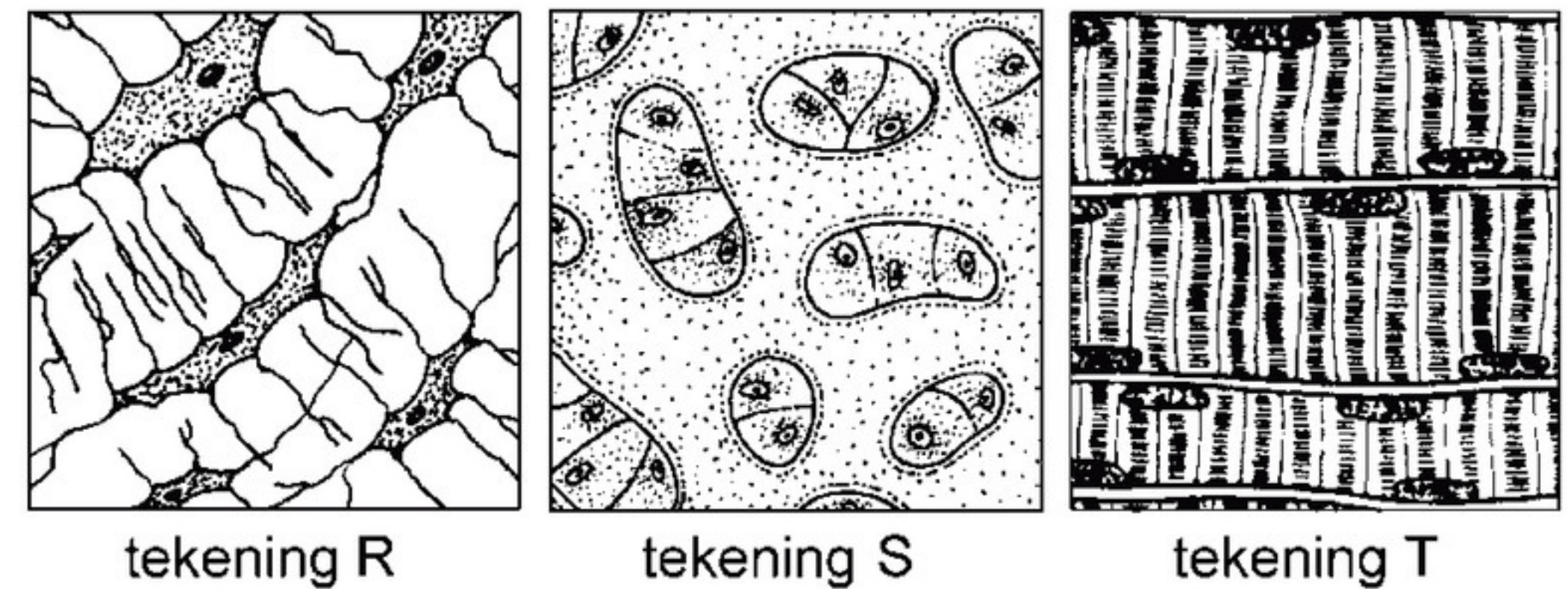


KRAAKBEENWEEFSEL

Naar: examen vmbo-k 2007-1, vraag 9.

In afbeelding 68 staan tekeningen van drie soorten weefsel weergegeven.

▼ **Afb. 68**



- 2p **8** Welke tekening geeft kraakbeenweefsel weer?

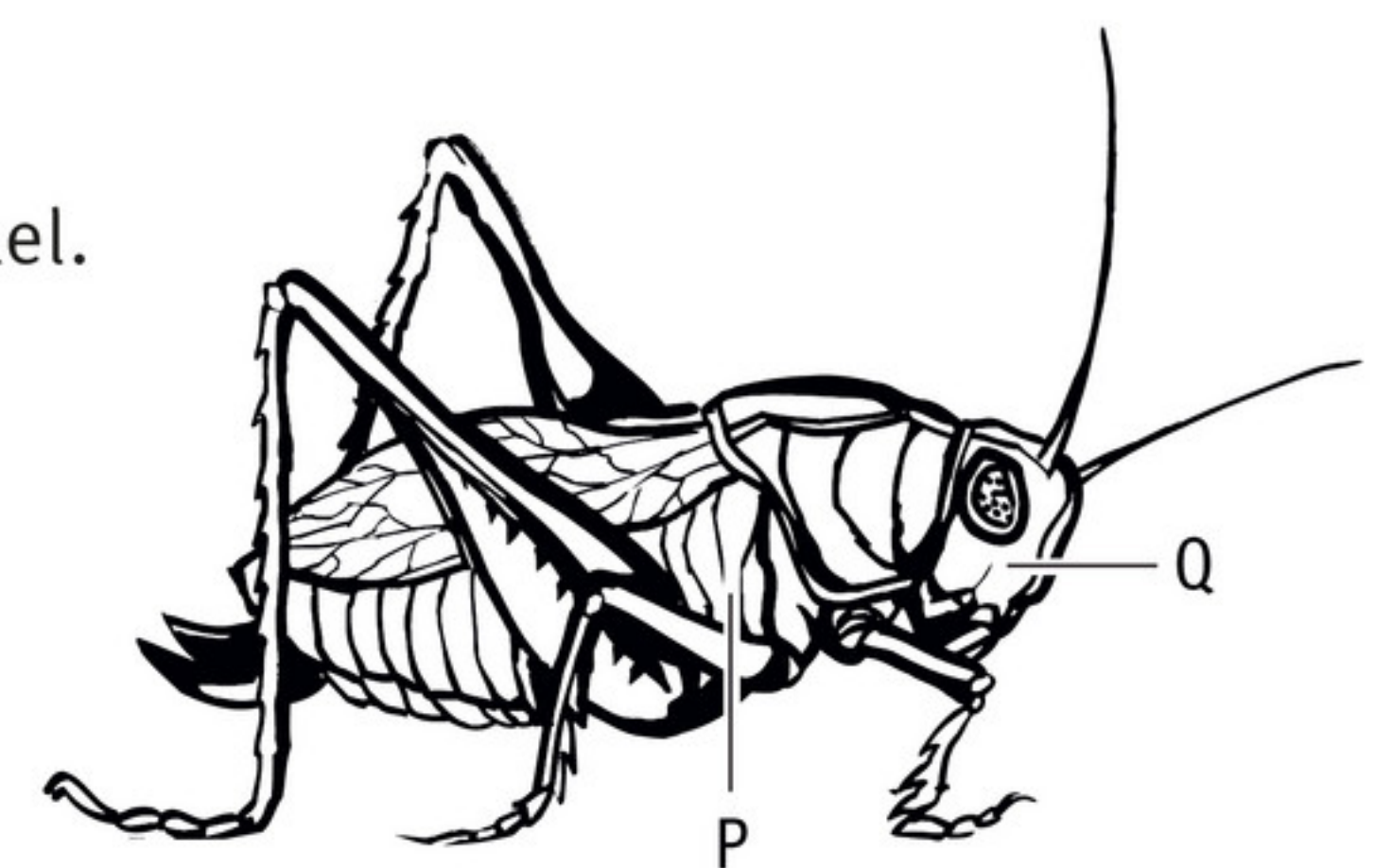
Plusvraag

ZENUWCELLEN

Naar: examen havo 2010-1, vraag 13.

In afbeelding 69 zie je een krekel. Twee plaatsen zijn aangegeven met P en Q. Onderzoek aan zenuwcellen van krekels laat zien dat het patroon dat wordt gezongen op een andere plaats in het zenuwstelsel wordt opgewekt (P) dan waar het soort eigen zangpatroon wordt herkend (Q). In het eerste geval gaat het om groepen zenuwcellen die spieren aansturen, en in het tweede geval om groepen zenuwcellen waar informatie van de zintuigcellen wordt verwerkt.

▼ **Afb. 69** Een krekel.



- 2p **9** Welk type zenuwcellen kun je, op basis van de gegeven informatie, bij P zeker verwachten? En welk type zeker bij Q?

Zenuwcellen bij P	Zenuwcellen bij Q
A bewegings-zenuwcellen	bewegings-zenuwcellen
B bewegings-zenuwcellen	gevoels-zenuwcellen
C gevoels-zenuwcellen	bewegings-zenuwcellen
D gevoels-zenuwcellen	gevoels-zenuwcellen

8

Gedrag



BASISSTOF

- 1 Wat is gedrag?
- 2 Oorzaken van gedrag
- 3 Aangeboren en aangeleerd gedrag
- 4 Sociaal gedrag
- 5 Gedrag bij mensen

SAMENVATTING

DIAGNOSTISCHE TOETS

120

125

128

131

135

140

142

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Taakverdeling binnen groepen
- 2 Gedrag van pissebedden
- 3 Een gedragsonderzoek

146

148

149

EXAMENTRAINER

150



Je ouders of docenten hebben vast weleens opmerkingen gemaakt over je gedrag. Dan zeiden ze bijvoorbeeld: 'Gedraag je eens wat rustiger.' Ze wilden dan dat je je mond hield of dat je wat minder met je lichaam bewoog. Al je activiteiten bij elkaar vormen je gedrag. Ook dieren vertonen gedrag.

In dit thema leer je wat gedrag is en hoe gedrag wordt bestudeerd. Gedrag wordt veroorzaakt door prikkels. Erfelijke factoren en leerprocessen bepalen gedrag. Er bestaan verschillende vormen van gedrag. Het gedrag van mensen en het gedrag van dieren verschilt, maar er zijn ook veel overeenkomsten.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

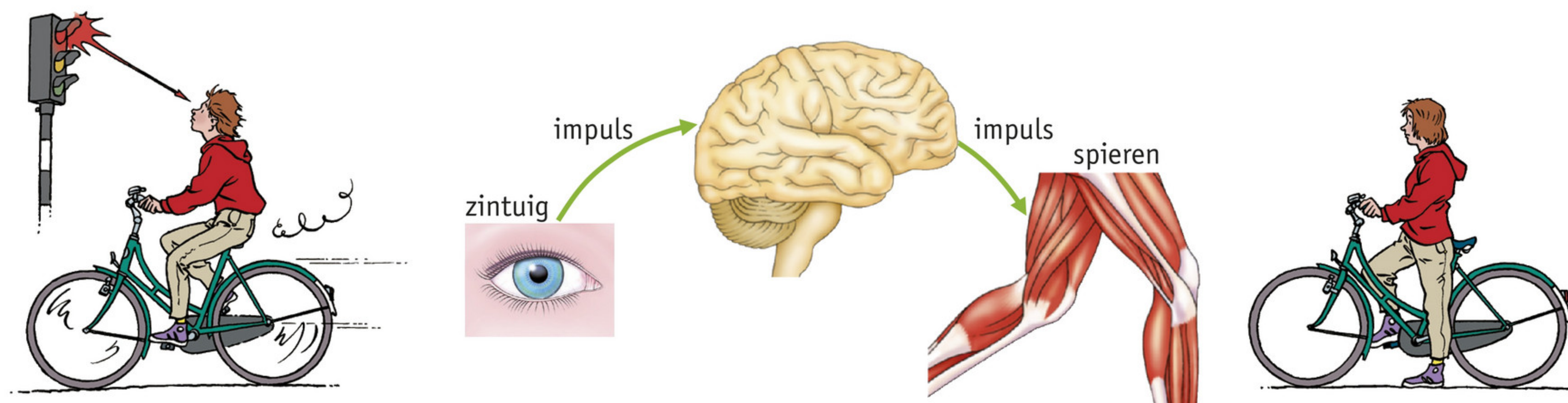
1 Wat is gedrag?

Alles wat je doet, zoals lachen en naar iets kijken, is **gedrag**. Ook geluiden maken, slapen, geurstoffen afgeven en zelfs gewoon stilstaan zijn voorbeelden van gedrag.

In thema 5 Regeling heb je geleerd dat een prikkel een verandering in je omgeving is. Zintuigen reageren op prikkels, waardoor impulsen via zenuwen naar je hersenen gaan. In je hersenen word je je bewust van die prikkel. Vervolgens reageer je op de prikkel. Er gaan dan impulsen naar spieren of klieren. Zo'n reactie heet een **respons** (zie afbeelding 1).

Stoppen voor een rood verkeerslicht is gedrag. Om te stoppen moet je een aantal **handelingen** uitvoeren. Je moet bijvoorbeeld remmen en afstappen. Gedrag bestaat meestal uit een groot aantal handelingen.

▼ **Afb. 1** Van prikkel tot respons.



1 Een rood verkeerslicht is een prikkel voor de fietser.

2 In het oog ontstaan impulsen die via zenuwen naar de hersenen gaan. In de hersenen worden de impulsen verwerkt. Als reactie gaan vanuit de hersenen impulsen naar spieren.

3 Het stoppen van de fietser is de respons.

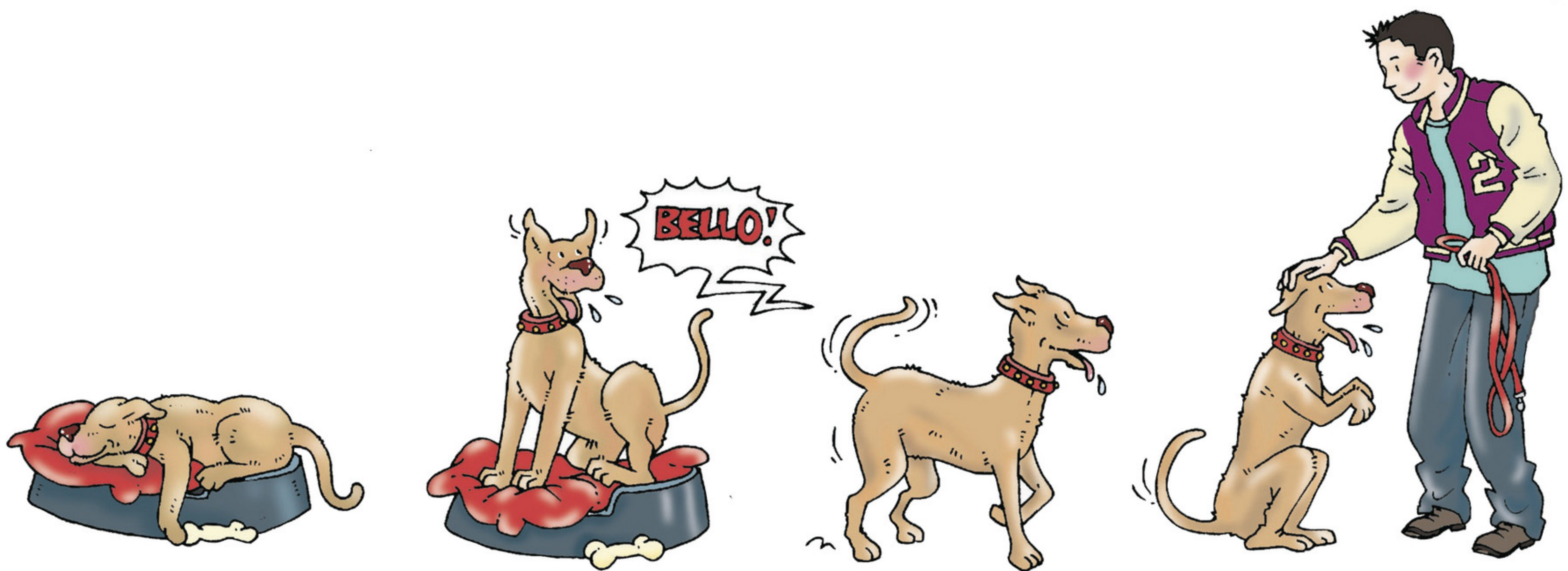
STUDIE VAN GEDRAG

Het gedrag van dieren wordt meestal in het wild bestudeerd, omdat dieren in het wild hun natuurlijke gedrag vertonen. In gevangenschap vertonen dieren ander gedrag. Om het gedrag van dieren te bestuderen, observeren onderzoekers hun afzonderlijke gedragingen. Ze noteren de tijd die dieren aan een bepaalde gedraging besteden en de volgorde van deze gedragingen.

Veel mensen vergelijken het gedrag van dieren met dat van mensen. In afbeelding 2 zie je een hond die door zijn baasje wordt geroepen. Als je naar de afbeelding kijkt, kun je denken dat de hond blij is.

Het bestuderen van gedrag moet **objectief** gebeuren. Dat wil zeggen dat alleen werkelijk gebeurde **feiten** mogen worden vermeld, geen **meningen** van de waarnemer. Soms is het voor onderzoekers moeilijk om gedrag objectief te beschrijven (zie afbeelding 3).

▼ Afb. 2 Gedrag van een hond.



▼ Afb. 3

Spelende krokodillen

Krokodillen vertonen gedrag dat geen andere functie lijkt te hebben dan zichzelf vermaken. Een bioloog aan de Universiteit van Tennessee onderzocht dit speelgedrag gedurende tien jaar. Krokodillen blijken regelmatig te spelen met ballen, stukken hout, stenen en bloemen. Ook ontdekte hij dat krokodillen zich speels gedragen tegenover andere soorten, zoals otters, en zelfs tegenover mensen.

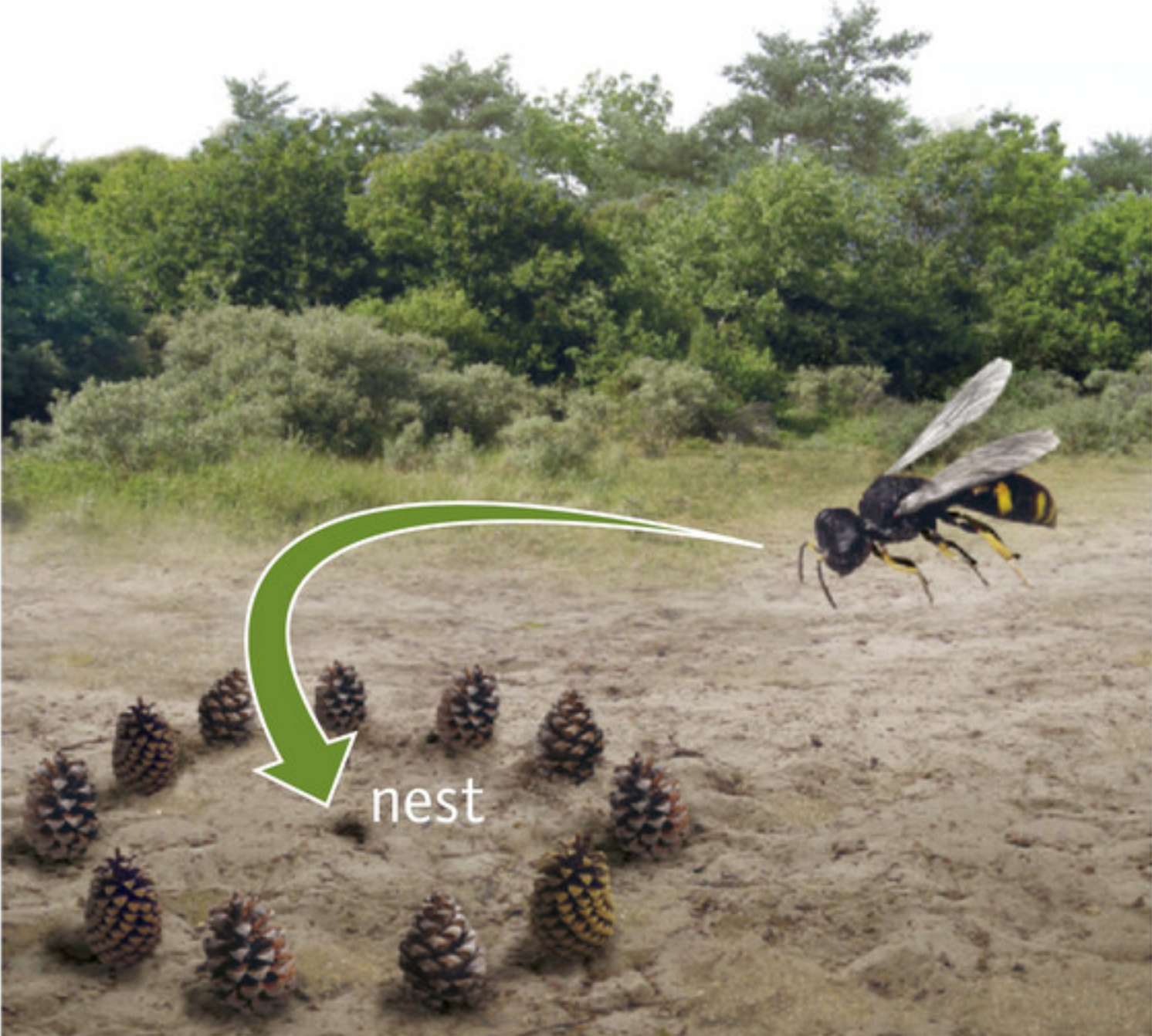
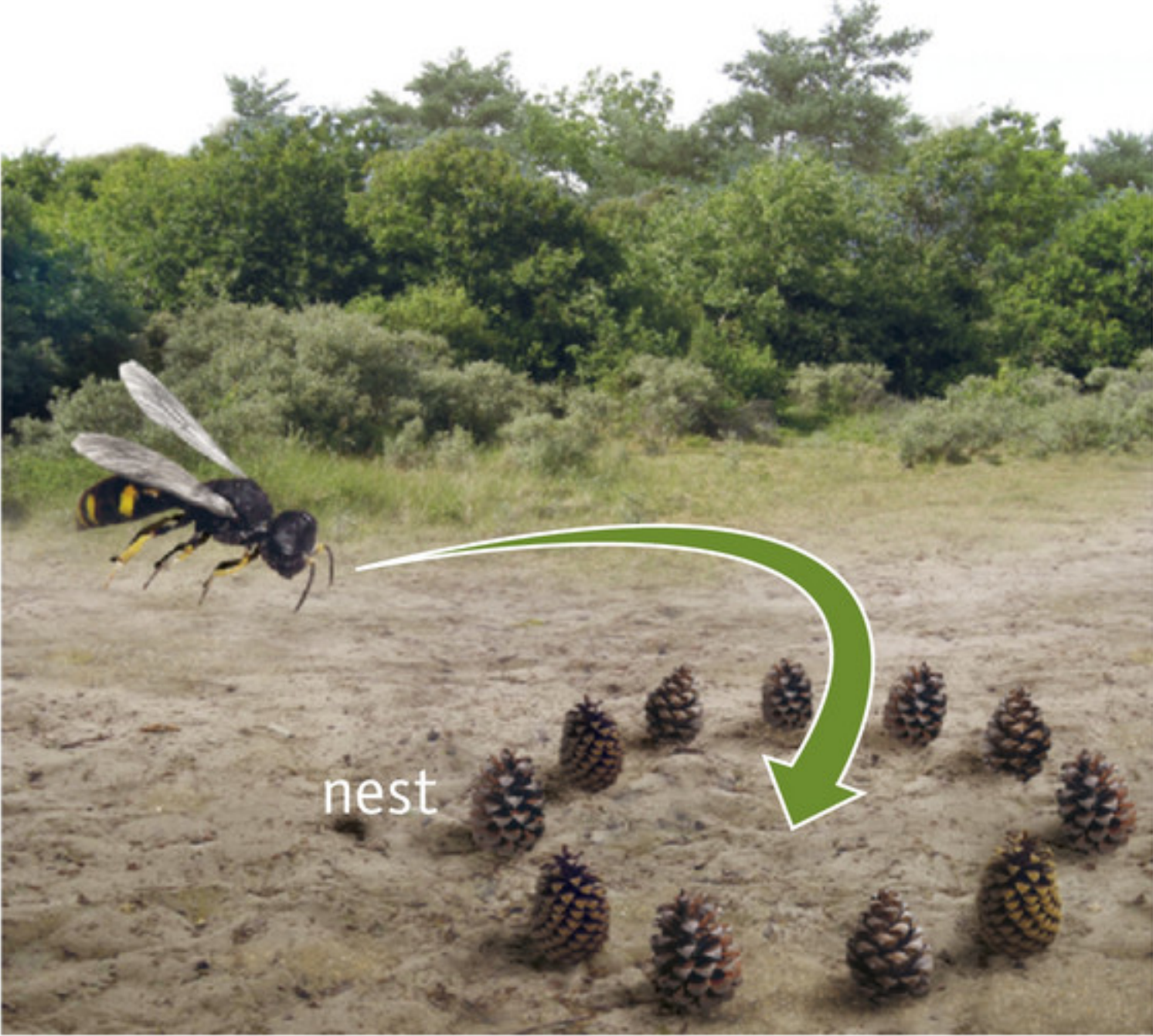
De onderzoeker noemt een bijzonder voorval uit zijn studie: 'Een man redde een gewonde krokodil die was beschoten. Er volgde een vriendschap die duurde tot de krokodil overleed, twintig jaar later. Als ze gingen zwemmen, deed de krokodil net alsof hij de man plotseling aanviel. Vervolgens liet hij zich door de man knuffelen en op zijn snuit zoenen.'

Volgens gedragsbiologen is speelgedrag nuttig voor jonge dieren om ze voor te bereiden op hun volwassen leven. Het is nog niet duidelijk waarom dieren en mensen blijven spelen als ze volwassen zijn.



Het kwispelen met de staart van een hond kun je op twee manieren beschrijven: ‘de hond beweegt de staart heen en weer’ of: ‘de hond is blij’. De eerste beschrijving geeft een feit weer, de tweede een mening. De studie van gedrag heet **ethologie**. Het bestuderen van gedrag gebeurt met de regels voor biologisch onderzoek (zie afbeelding 4).

▼ Afb. 4 Een gedragsonderzoek.

ONDERZOEK	HOE VINDT DE GRAAFWESP HAAR NEST?
Probleemstelling	Een graafwespvrouw­­tje bedekt de ingang van haar nest als ze wegvliegt om voedsel te zoeken. Als ze terugkomt, weet ze feilloos de ingang terug te vinden. Hoe weet het graafwespvrouw­­tje waar haar nest is?
Onderzoeksvraag	Gebruikt een graafwespvrouw­­tje herkenningspunten op de grond om haar nest te vinden?
Hypothese	Een graafwespvrouw­­tje gebruikt herkenningspunten in de buurt van haar nest om het nest terug te vinden.
Verwachting	Als rondom het nest opvallende herkenningspunten worden gelegd die worden verplaatst nadat de graafwesp is weggevlogen, zal het graafwespvrouw­­tje zoeken in het midden van de herkenningspunten en haar nest niet kunnen vinden.
Werkplan	Rondom de ingang van een nest van een graafwespvrouw­­tje worden dennenappels gelegd. Na twee dagen, als het graafwespvrouw­­tje is weggevlogen, wordt de cirkel van dennenappels verplaatst. Er wordt geobserveerd of het graafwespvrouw­­tje haar nest terugvindt. Dit experiment wordt met tien verschillende graafwespvrouw­­tjes herhaald. 
Benodigheden	12 dennenappels
Resultaten	Elke keer als een graafwespvrouw­­tje terugkomt, gaat ze op zoek naar de ingang van haar nest in het midden van de cirkel van dennenappels. 
Conclusie	Het onderzoek ondersteunt de hypothese dat graafwespvrouw­­tjes herkenningspunten op de grond gebruiken om hun nest terug te vinden.

Vaak moet een onderzoeker een dier langere tijd observeren. In die tijd voert het dier verschillende handelingen uit. Tijdens het maken van een werkplan beschrijft de onderzoeker de handelingen van het dier. Zo'n beschrijving van de handelingen van een dier heet een **ethogram**. In afbeelding 5.1 is een deel van een ethogram van een woestijnspringmuis weergegeven.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek maakt de onderzoeker een lijst van opeenvolgende handelingen van het dier. Zo'n lijst heet een **protocol** (zie afbeelding 5.2). Met het protocol kunnen bijvoorbeeld de volgende vragen worden beantwoord:

- Hoe vaak komt een handeling voor?
- Hoelang duurt een handeling?
- Is er een bepaalde volgorde van de handelingen?

▼ **Afb. 5** Een ethogram en een protocol.

Handeling	Afk.	Beschrijving
bijten	bij.	knagen aan materiaal anders dan voer
drinken	dr.	water oplikken uit flesje of bakje
eten	et.	pakken van voer in bek waarop een kauwende beweging volgt
graven	gr.	met de voorpoten in de grond heen en weer bewegen; soms wordt het zand met de achterpoten naar achteren gegooid
hoogspieden	hs.	recht omhoog staan op de achterpoten met

	1e minuut	2e minuut	3e minuut	4e minuut	5e minuut
0-5 s	SZ.	gr.	et.	bij.	po.
6-10 s	SZ.	gr.	et. dr.	bij.	po. ls.
11-15 s	SZ.	gr. ls.	dr. et.	bij. ls.	ls. po.
16-20 s	SZ.	gr. ls.	et.	SZ.	SZ.
21-25 s	SZ. re.	gr.	et.	SZ.	SZ.
26-30 s	SZ. dr.	gr.	ls. ls.	SZ.	SZ. sl.

1 deel van een ethogram van een woestijnspringmuis

2 deel van een protocol van een woestijnspringmuis

In afbeelding 6 zie je het jachtgedrag van een kat. Je gaat een ethogram maken van dit jachtgedrag.

▼ **Afb. 6** Jachtgedrag van een kat.



GEDRAGSKETENS

Gedrag bestaat vaak uit een aantal handelingen. Als gedrag uit een serie handelingen in een vaste volgorde bestaat, spreken we van een **gedragsketen**. Gedragsketens zijn vaak te zien bij het **paringsgedrag** (**balts**). Paringsgedrag is gedrag dat voorafgaat aan de voortplanting.

▼ **Afb. 7** Stekelbaarsmannetje.

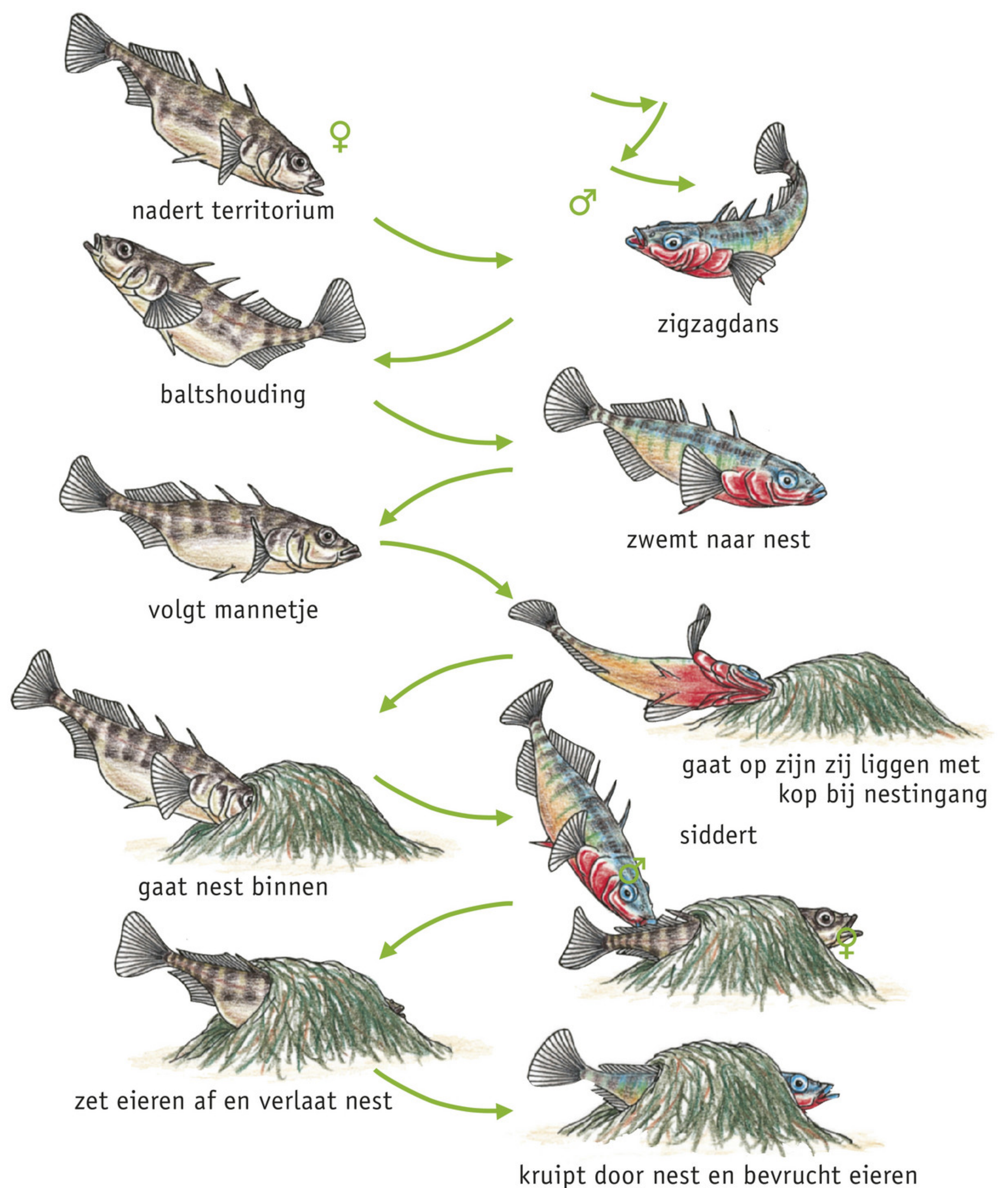
1 buiten het broedseizoen



2 in het broedseizoen

► **Afb. 8** De balts van de stekelbaars.

Een voorbeeld van een gedragsketen is het paringsgedrag van de driedoornige stekelbaars. De mannetjes zijn over het hele lichaam dofbruin (zie afbeelding 7.1). Als in de lente het broedseizoen begint, krijgen de mannetjes een rode buik, blauwe ogen en een doorschijnende rug met een blauwgroene glans (zie afbeelding 7.2). Het mannetje gaat op zoek naar een geschikte nestplaats. Zodra hij een geschikte plaats heeft gevonden, bouwt het mannetje een nest. De vrouwtjes krijgen in deze periode een opgezwollen buik met eitjes (kuit). Als een mannetje een vrouwtje met opgezwollen buik ziet, begint hij met de balts (zie afbeelding 8). Hij zwemt dan zigzaggend in de buurt van het vrouwtje (de zigzagdans). Het vrouwtje reageert daarop door de baltshouding aan te nemen. Als het mannetje dit ziet, zwemt hij naar het nest toe. Het vrouwtje volgt hem. Het mannetje gaat op zijn zij liggen, met de kop bij de nestingang. Hierop zwemt het vrouwtje het nest in. Het mannetje stoot nu een aantal keren met zijn snuit tegen het achterlijf van het vrouwtje (sidderen). Het vrouwtje zet haar eieren af in het nest en verlaat het nest. Vervolgens kruipt het mannetje door het nest en bevrucht de eieren. Daarna jaagt het mannetje het vrouwtje weg.

WB OPDRACHT 1 T/M 9 BLZ. 140

2 Oorzaken van gedrag

▼ **Afb. 9** Maarten heeft trek.



Maarten doet zijn ogen open. Het is nog donker, maar hij heeft erge trek. Zachtjes sluipt hij naar beneden en kijkt of er nog iets lekkers in de koelkast ligt.

PRIKKELS

De prikkel voor het gedrag van Maarten is trek hebben (zie afbeelding 9). Deze prikkel is in het lichaam van Maarten zelf ontstaan. Zo'n prikkel heet een **inwendige prikkel**. Honger, dorst en angst zijn voorbeelden van inwendige prikkels. Prikkels die je met je zintuigen waarneemt, worden **uitwendige prikkels** genoemd. Voorbeelden van uitwendige prikkels zijn: het zien van voedsel, de geur van een hamburger.

Gedrag komt vaak tot stand door een combinatie van inwendige en uitwendige prikkels. In afbeelding 10 zie je een meeuwenjong dat naar een rode vlek op de snavel van de ouder pikt. Voor de ouder is dat de prikkel om voedsel op te braken. Het zien van de rode vlek op de snavel van de ouder is voor het jong de uitwendige prikkel om pikgedrag te vertonen. Een meeuwenjong pikt alleen naar de rode vlek als het honger heeft. Honger is de inwendige prikkel voor het pikgedrag. Een inwendige prikkel wordt vaak de **motivatie** genoemd. De motivatie bepaalt of gedrag wel of niet wordt vertoond. Als de motivatie ontbreekt, wordt het gedrag niet vertoond (zie afbeelding 11).

De inwendige prikkels honger en dorst kunnen voedingsgedrag veroorzaken. Angst veroorzaakt vaak vluchtgedrag.

▼ **Afb. 10** Pikgedrag van een meeuwenjong.



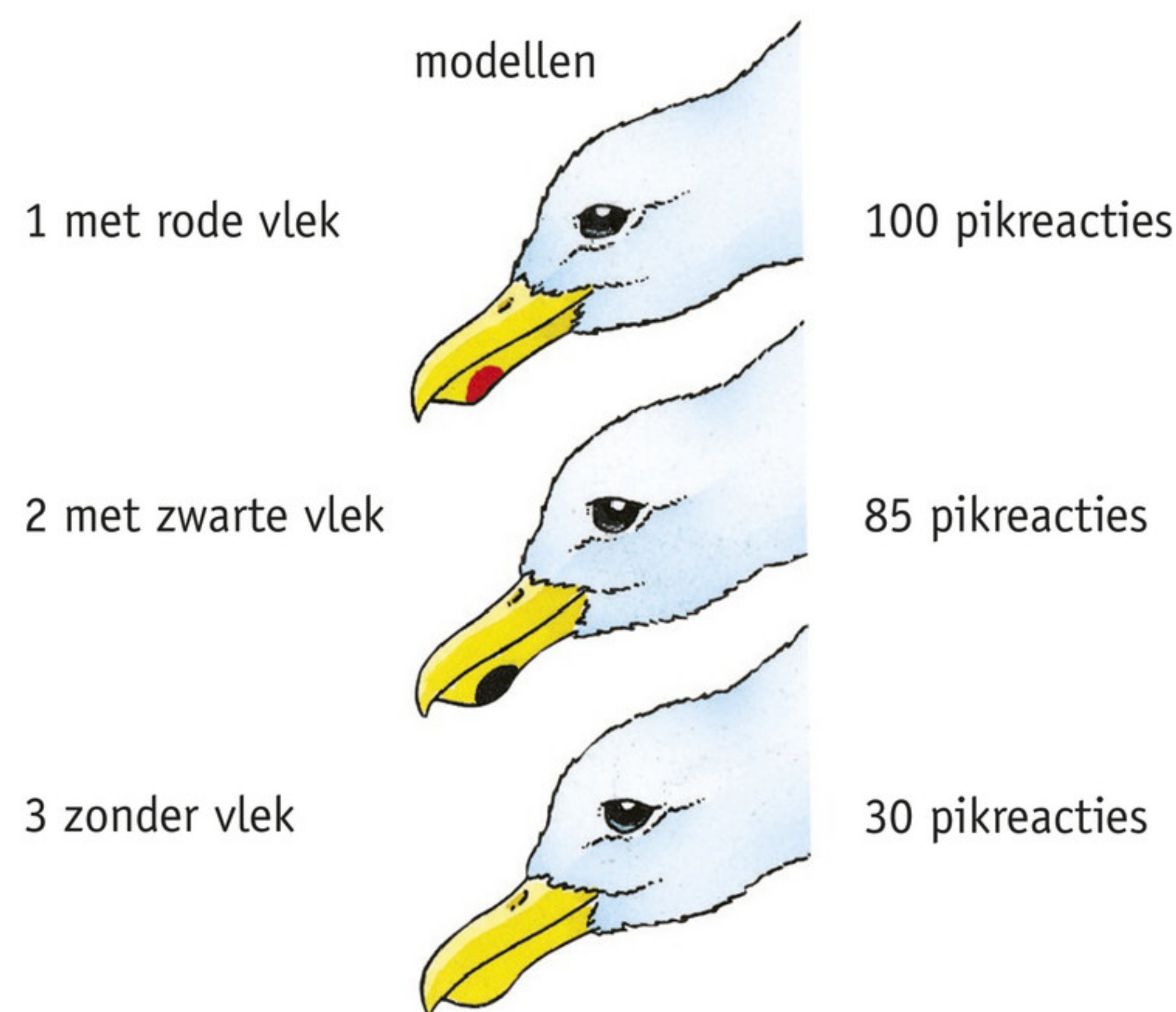
▼ **Afb. 11** Een leeuw die geen honger heeft, valt geen prooi aan.



SLEUTELPRIKKELS

Een **sleutelprikkel** is een prikkel die een bepalende rol speelt bij het veroorzaken van een bepaald gedrag. Sleutelprikkel wekken bij een dier sterker een bepaald gedrag op dan andere soortgelijke prikkels. Bij een onderzoek naar het pikgedrag van jonge meeuwen kregen meeuwenjongen modellen van een kop van een meeuw te zien. Er werd geteld hoe vaak de meeuwenjongen naar de snavel pikten. In afbeelding 12 zie je het resultaat van dit onderzoek. Meeuwenjongen pikten vooral naar de snavel met een rode vlek. Ze pikten minder vaak naar een model met een zwarte vlek en ze pikten vrijwel niet naar een model zonder vlek. De snavel met de rode vlek leverde de sterkste reactie op. De rode vlek op de snavel van een meeuw is de sleutelprikkel voor het pikgedrag van meeuwenjongen.

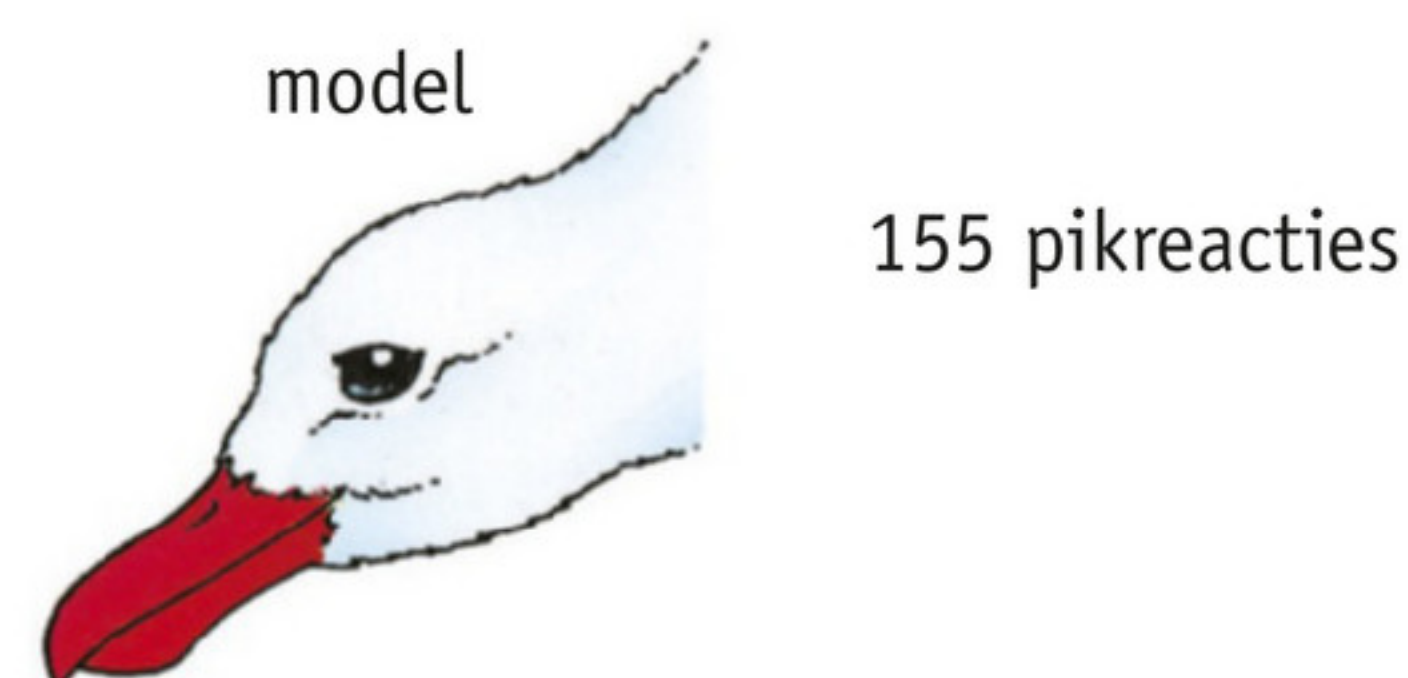
► **Afb. 12** Een onderzoek naar het pikgedrag van meeuwenjongen.



SUPRANORMALE PRIKKELS

Een volledig rode snavel blijkt bij meeuwenjongen een veel sterkere respons op te leveren dan een vergelijkbare snavel met alleen een rode vlek (zie afbeelding 13). Een prikkel die een sterkere respons veroorzaakt dan de normale sleutelprikkel, wordt een **supranormale prikkel** genoemd.

► **Afb. 13** Een rode snavel is een supranormale prikkel voor het pikgedrag van meeuwenjongen.



Mensen zijn ook gevoelig voor sleutelprikkel en supranormale prikkels. Mensen kijken naar elkaars uiterlijk en letten daarbij op bepaalde eigenschappen. Mannen letten onder andere op de kleur van de lippen en de lengte van de benen van vrouwen. Dit zijn voor mannen sleutelprikkel om te bepalen of ze een vrouw aantrekkelijk vinden. Vrouwen kijken onder andere naar de schouderpartij van mannen. Vrouwen voelen zich vaker aangetrokken tot mannen met brede schouders.

▼ **Afb. 14** Felrode lippen en extra lange benen zijn voorbeelden van supranormale prikkels.



Mensen kunnen de prikkels sterker maken door bepaalde kenmerken te benadrukken. Sommige vrouwen maken hun lippen roder met lippenstift en hun benen langer door schoenen met hoge hakken te dragen (zie afbeelding 14). De felrode lippen en de extra lange benen zijn supranormale prikkels. Sommige mannen gaan trainen om een gespierder lichaam te krijgen en zo aantrekkelijker te worden voor vrouwen.

CONSUMENTENGEDRAG

In de reclame gebruikt men vaak sleutelprikkels en supranormale prikkels. Bepaalde eigenschappen van producten worden benadrukt of overdreven. Deze prikkels kunnen ervoor zorgen dat mensen de producten gaan kopen (zie afbeelding 15). Het gedrag van mensen die producten kopen, noemen we **consumentengedrag**. Reclame probeert het consumentengedrag te beïnvloeden door de producten zo aantrekkelijk mogelijk te maken.

WB OPDRACHT 10 T/M 16 BLZ. 148

▼ **Afb. 15**

Grote hamburger

In de reclame wordt op veel manieren geprobeerd om jou, de consument, een product te laten kopen. Een afbeelding van een smakelijke hamburger in een snackbar is een prikkel om jou ertoe aan te zetten een hamburger te kopen.

Reclamemakers willen dat de prikkel sterk is en leggen de nadruk op bepaalde eigenschappen van het product. Bij het reclamebord in de afbeelding doen ze dat door de hamburger overdreven groot af te beelden. De hamburger heeft ook heldere, opvallende kleuren. Hierdoor is de hamburger in plaats van een sleutelprikkel een supranormale prikkel.

Als je honger hebt en je ziet dit reclamebord, zul je waarschijnlijk veel zin hebben om een hamburger te kopen. En dat is natuurlijk wat de eigenaar van de snackbar wil ...



3 Aangeboren en aangeleerd gedrag

▼ **Afb. 16** Een trappelende kievit.



Kieviten in een vochtig grasland maken vaak trappelende bewegingen met hun poten (zie afbeelding 16). Hierdoor komen er wormen uit de grond. De kieviten eten deze wormen.

In een experiment werden kievitseieren in een broedmachine uitgebreed. Nadat de eieren waren uitgekomen, kregen de kievitsjongen geen soortgenoten te zien en kregen ze een tijdje geen eten. Vervolgens werden de hongerige jongen op een vochtige dweil gezet. Ze maakten trappelende bewegingen met hun poten. De jongen hebben het trappelen niet van soortgenoten kunnen leren. Hieruit blijkt dat het trappelen van kieviten door **erfelijke factoren** (genen) wordt bepaald.

In de natuur heeft het trappelen zin: in een vochtig grasland levert het trappelen voedsel op voor een kievit. Op een vochtige dweil stopt een kievit vrij snel met trappelen. Deze kievit heeft geleerd dat het trappelen op een natte dweil geen voedsel oplevert.

Gedrag kan door erfelijke factoren en door leerprocessen worden bepaald. Als erfelijke factoren gedrag bepalen, is dat **aangeboren gedrag** (zie afbeelding 17). Aangeboren gedrag wordt bij dieren vaak **instinct** genoemd. Als gedrag ontstaat door leren, is dat **aangeleerd gedrag** (zie afbeelding 18). Gedrag is vaak een combinatie van aangeboren en aangeleerd gedrag.

▼ **Afb. 17** Op een vinger zuigen door een baby is aangeboren gedrag.



▼ **Afb. 18** Aangeleerd gedrag.



▼ **Afb. 19** Door gewenning leren politiepaarden niet meer te schrikken.



LEERPROCESSEN

Er zijn verschillende vormen van leren. Bij **gewenning** wordt een bepaalde reactie op een prikkel afgeleerd of aangeleerd door de prikkel vaak te herhalen. Deze vorm van leren wordt bijvoorbeeld gebruikt om politiepaarden te trainen. Paarden schrikken normaal gesproken van vuur. Als de paarden vaak langs brandende voorwerpen lopen, zullen ze er niet meer van schrikken (zie afbeelding 19).

INPRENTING

Een andere manier van leren is **inprenting**. Bij inprenting is er een korte periode in het leven van dieren (de **gevoelige periode**) waarin een bepaald gedrag wordt geleerd. Het leren herkennen van ouders of soortgenoten berust bij veel diersoorten op inprenting.

Jonge ganzen lopen na het uitkomen van de eieren achter de moeder aan. In de periode van 12 tot 17 uur na het uitkomen leren de jonge ganzen hoe hun moeder eruitziet. Als de jonge ganzen in deze periode niet hun moeder maar iets anders zien dat beweegt, lopen ze daar achteraan. Dat wordt dan als het ware hun moeder (zie afbeelding 20).

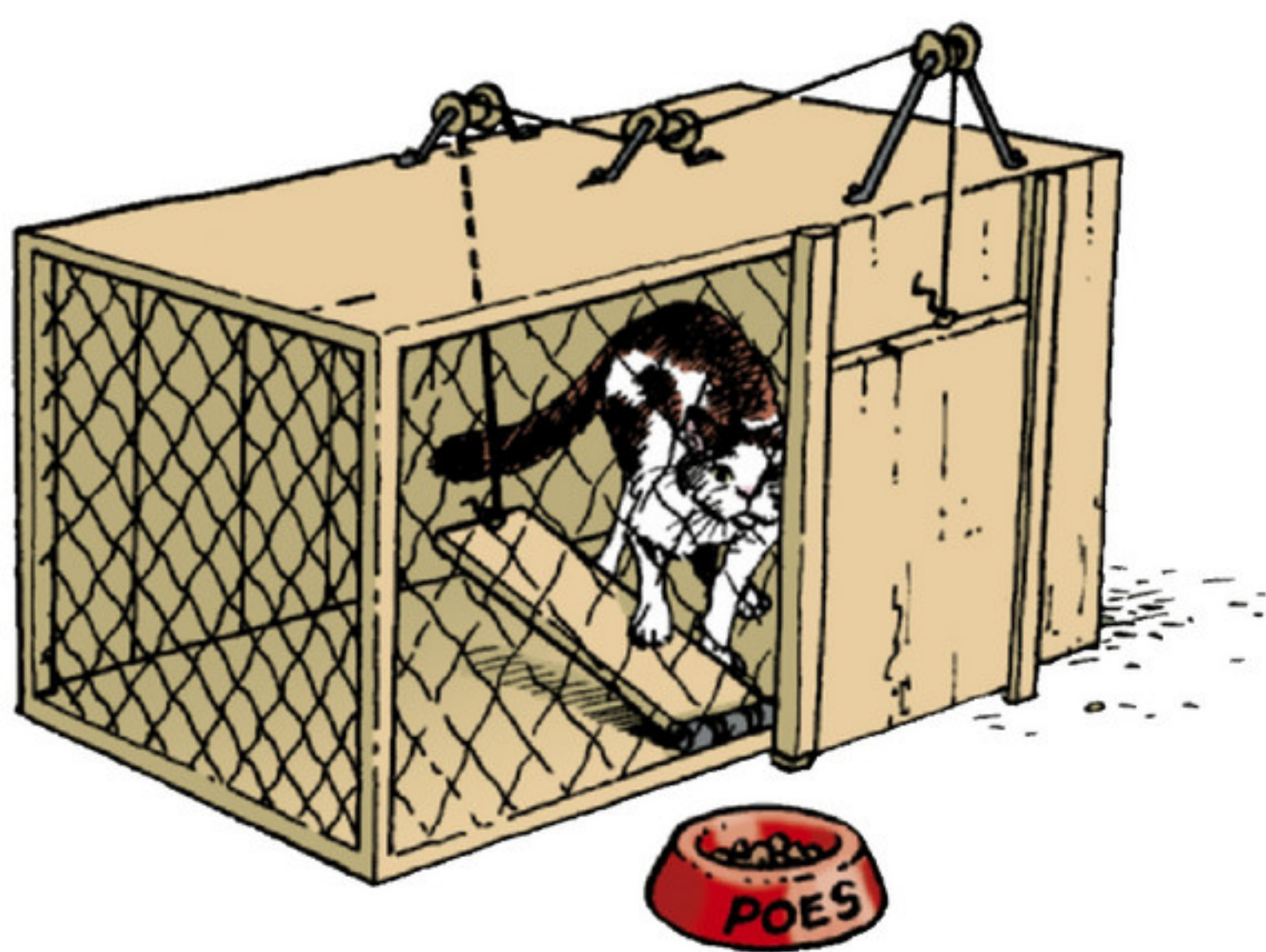
► **Afb. 20** Door inprenting leren jonge ganzen een mens als moeder te aanvaarden.



TRIAL AND ERROR

Een onderzoeker bouwde puzzelkasten, waar een dier alleen uit kon nadat hij op een soort pedaal was gaan staan (zie afbeelding 21). Hij plaatste een hongerige poes in de kooi. Door de tralies kon de poes voedsel zien liggen. Ze probeerde van alles om eruit te komen. Toevallig stapte ze daarbij ook op het pedaal, waardoor het deurtje openging. Toen de poes even later weer in de kooi werd gezet, probeerde ze weer van alles. Nu duurde het minder lang voordat de poes de kooi open had. Uiteindelijk had de poes geleerd om meteen op het pedaal te gaan staan, waardoor het deurtje openging. Dit is een voorbeeld van leren door toevallige ontdekkingen. Deze manier van leren wordt **trial and error** of **proefondervindelijk leren** genoemd. In de natuur leren dieren veel door 'trial and error'. Insectenetende vogels bijvoorbeeld vermijden alle zwartoranje gekleurde rupsen nadat ze een paar keer de vieze smaak van een zwartoranje rups hebben geproefd.

▼ **Afb. 21** Een puzzelkast voor katten.



▼ **Afb. 22** Door conditionering leren honden een pootje te geven.



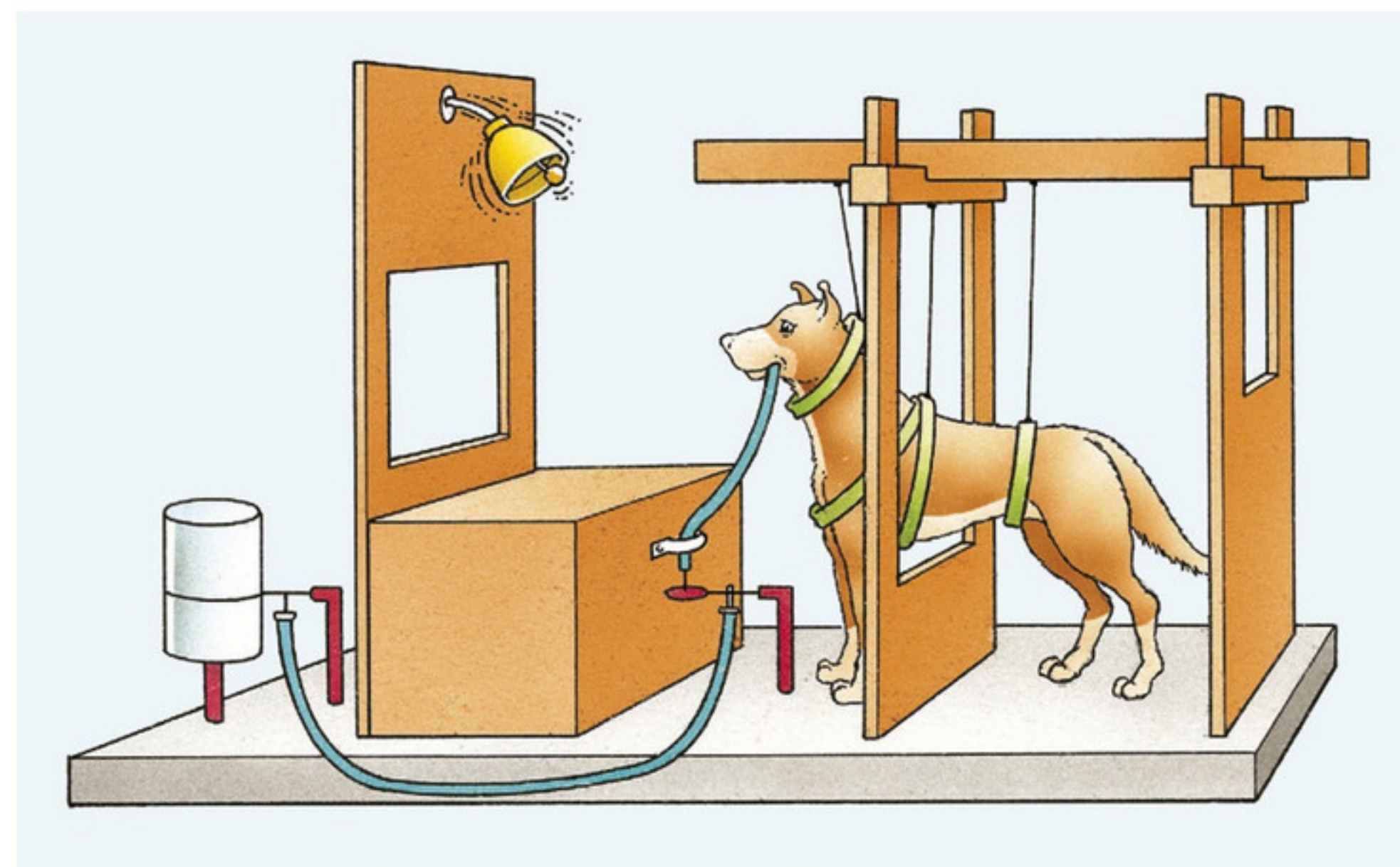
CONDITIONERING

Een hond kun je vrij gemakkelijk bepaalde dingen leren. Je kunt hem laten zitten, iets laten terugbrengen of een pootje laten geven (zie afbeelding 22). Je kunt een dier het best iets leren met een beloning, wat lekkers bijvoorbeeld. Eerst moet je een commando bedenken, bijvoorbeeld 'poot'. Het maakt niet uit welk woord je gebruikt, als je maar steeds hetzelfde woord gebruikt. Daarna moet je het voordoen. Je zegt 'poot' en vervolgens leg je zijn poot in jouw hand. Daarna geef je hem een beloning. Door dit te herhalen leert de hond een pootje te geven als je het woord 'poot' zegt. Het aanleren van gedrag door beloning of straf wordt **conditionering** genoemd.

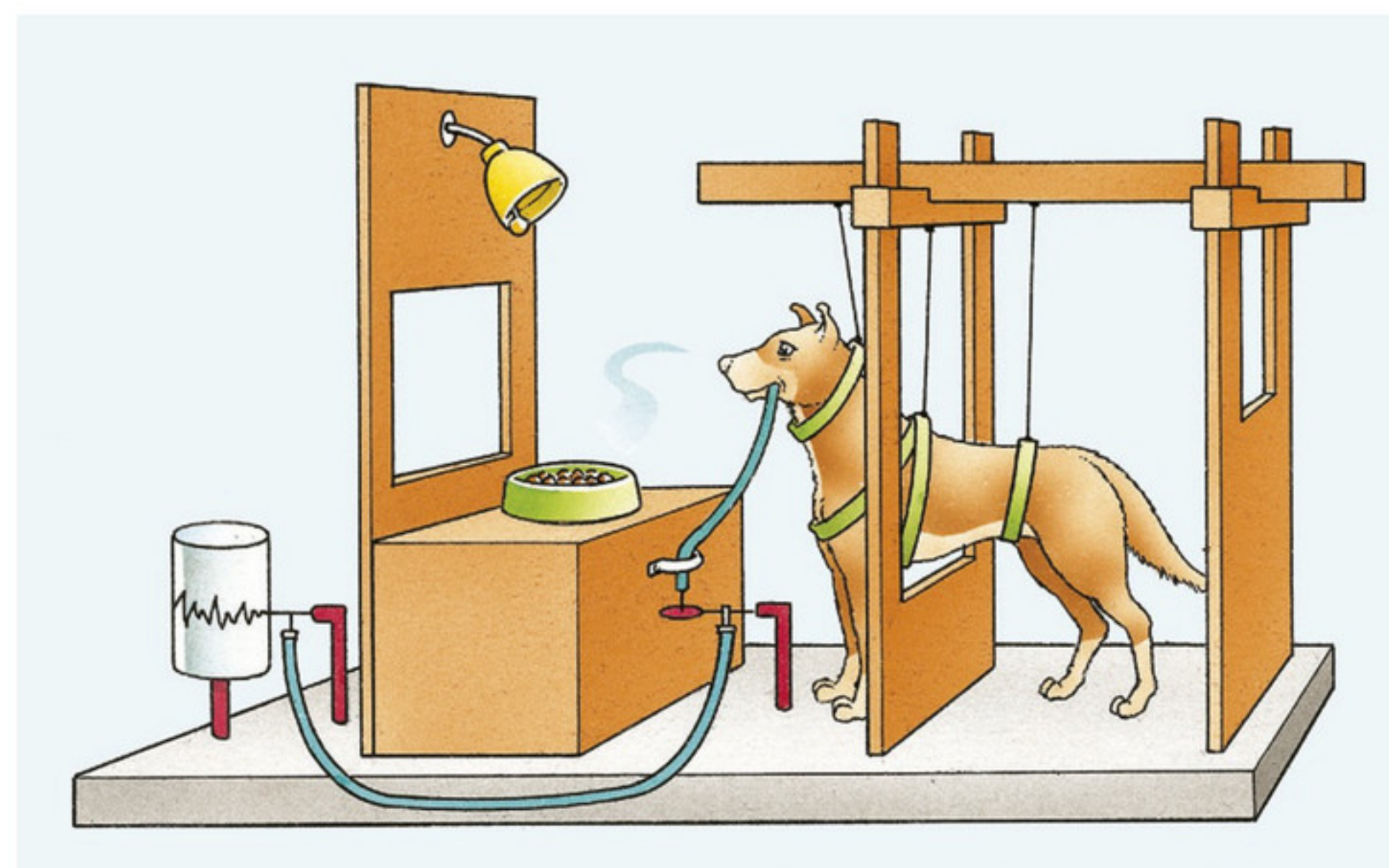
Er is veel onderzoek gedaan naar conditionering. De Russische onderzoeker Pavlov heeft conditionering bij honden onderzocht. Als een hond voedsel in zijn bek krijgt, gaan zijn speekselklieren speeksel afscheiden. Pavlov bracht door de wang een buisje aan in een speekselklier, zodat hij kon waarnemen of de hond speeksel produceerde (zie afbeelding 23). Vervolgens gaf hij het dier een aantal malen voedsel, direct nadat hij een bepaald geluid had laten horen. Na een paar keer begon de speekselaafscheiding al zodra de hond het geluid alleen maar hoorde, dus nog voordat de hond het voedsel had gezien of geroken. Ten slotte scheidde de hond ook speeksel af bij het horen van het geluid zonder dat er voedsel werd aangeboden. Een kunstmatige prikkel (geluid) veroorzaakt gedrag dat oorspronkelijk door een natuurlijke prikkel (het zien en ruiken van voedsel) werd veroorzaakt.

WB OPDRACHT 17 T/M 24 BLZ. 153

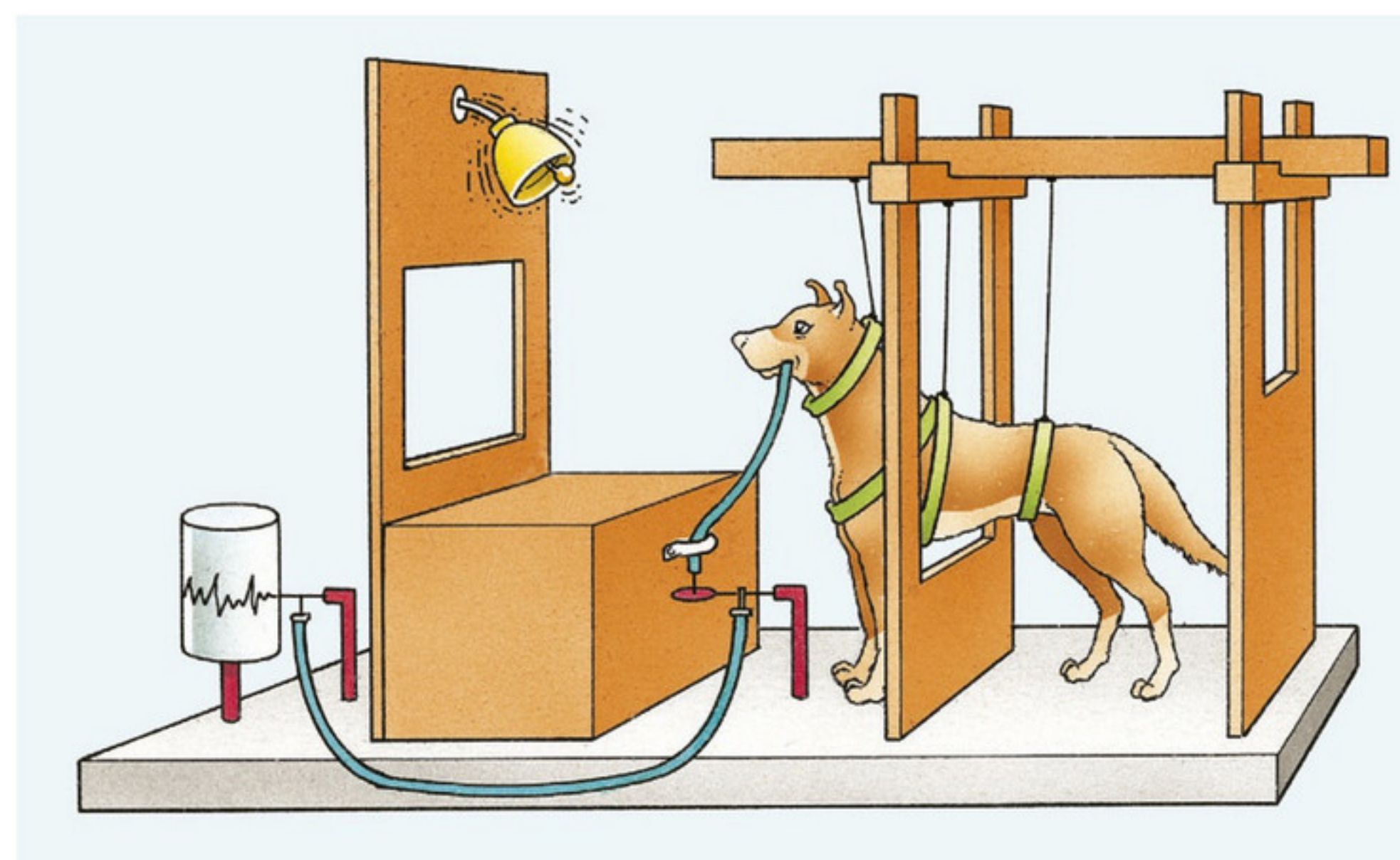
► **Afb. 23** Het onderzoek van Pavlov naar speekselproductie bij een hond.



1 de bel gaat voor de eerste keer: geen speekselaafscheiding



2 meteen volgt het aanbieden van voedsel: speekselaafscheiding



3 na een aantal keren scheidt de hond speeksel af na het horen van de bel, zonder dat voedsel is aangeboden

4 Sociaal gedrag

In basisstof 1 heb je geleerd dat het paringsgedrag van de stekelbaars leidt tot voortplanting. De handelingen van de stekelbaars worden **signalen** genoemd. Met de zigzagdans geeft het mannetje een signaal af aan het vrouwtje. Dit signaal is voor het vrouwtje de prikkel om de baltshouding aan te nemen. Met de baltshouding geeft het vrouwtje een signaal af aan het mannetje. Het afgeven van signalen is een vorm van **communicatie**. Gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar noemen we **sociaal gedrag**. Bij sociaal gedrag zijn signalen van het ene individu prikkels voor een ander individu. Signalen kunnen houdingen, geluiden, kleuren, geuren of gebaren zijn.

TAAKVERDELING

Sociaal gedrag speelt een belangrijke rol bij de voortplanting en bij de overleving. Als stokstaartjes eten zoeken, staan er altijd een paar op wacht (zie afbeelding 24). Zodra er gevaar dreigt, geven de wachters alarmsignalen af. Zij hebben als taak de rest van de groep te waarschuwen. Dit is een voorbeeld van **taakverdeling**. Bij taakverdeling vertonen sommige dieren een ander gedrag dan hun soortgenoten. Alle individuen in de groep hebben hierdoor een betere overlevingskans.

Een sterke taakverdeling is te vinden bij bijen en bij mieren. In deze groepen hebben de individuen hun hele leven een bepaalde taak.

► **Afb. 24** Stokstaartjes gebruiken geluiden om elkaar te waarschuwen.



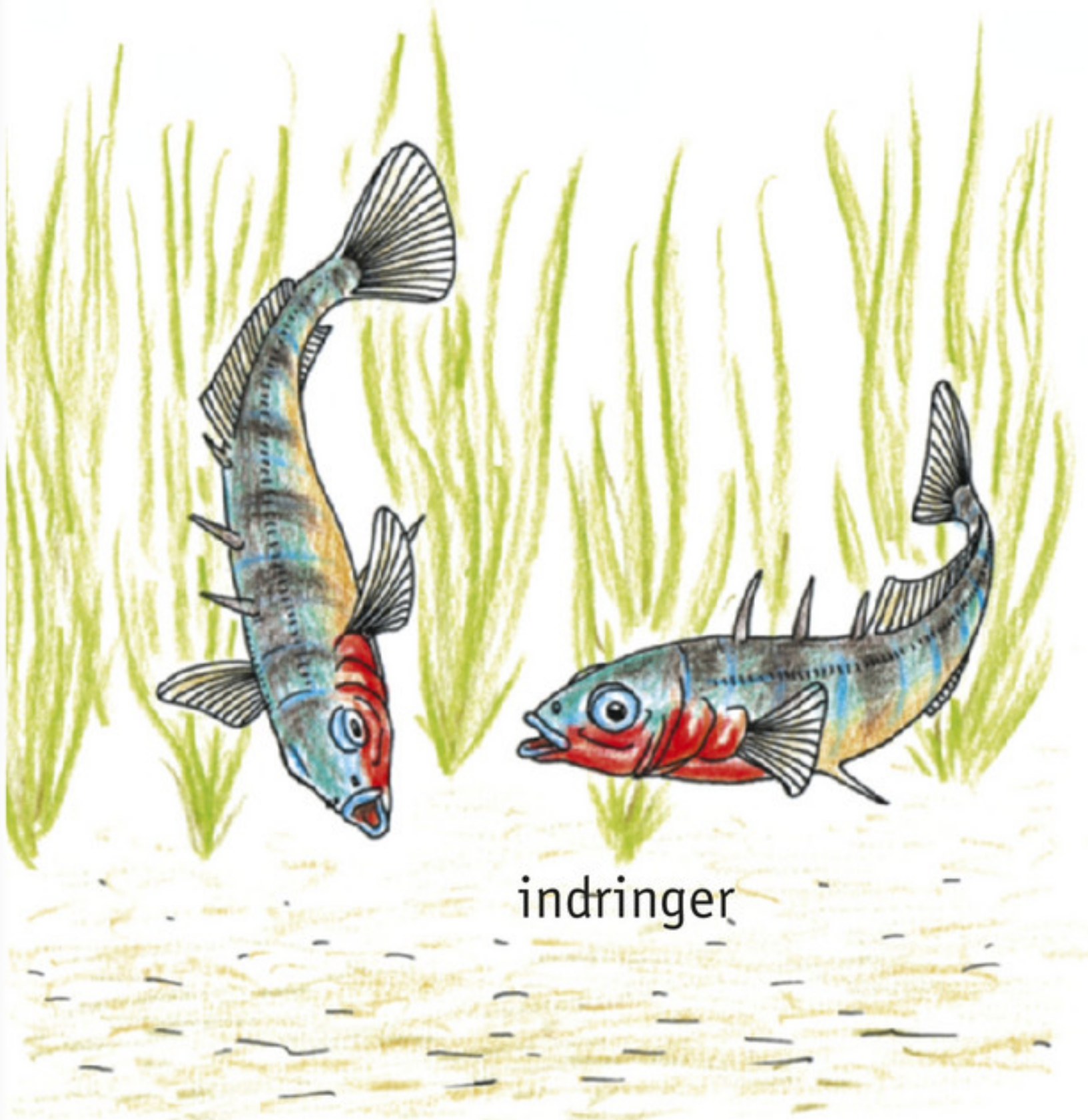
▼ **Afb. 25** Een roodborstje verdedigt zijn territorium.



TERRITORIUMGEDRAG

Elk roodborstje heeft een eigen gebiedje dat hij verdedigt tegen andere roodborstjes. Zo'n eigen gebiedje heet **territorium**. Veel dieren vormen een territorium zodat ze voldoende voedsel of ruimte hebben om nakomelingen te kunnen grootbrengen. Roodborstjes gebruiken zang om hun territorium aan te geven. Als er in het territorium van een roodborstje een ander roodborstje komt, zal hij dat roodborstje aanvallen (zie afbeelding 25). Meestal gaat de indringer er snel vandoor.

▼ **Afb. 26** Dreighouding van een stekelbaars.



Veel dieren die een territorium verdedigen, vertonen op de grens ervan **dreiggedrag** als een indringer nadert. Dreiggedrag bevat vaak kenmerken van zowel **aanvalsgedrag** als **vluchtgedrag**. Een stekelbaarsmannetje bijvoorbeeld neemt een dreighouding aan (zie afbeelding 26). Het mannetje steekt de rugstekels omhoog (aanvalsgedrag), maar draait ook het lichaam weg van de indringer (vluchtgedrag). Vaak is dreigen voldoende om een indringer te verdrijven.

Midden in zijn territorium is een mannetje meer gemotiveerd om aan te vallen dan om te vluchten. Hij dreigt niet, maar gaat meteen over op aanvalsgedrag om de indringer te verjagen.

PARINGSGEDRAG

Paringsgedrag (balts) bestaat bij veel dieren uit **baltsgedrag**, gevolgd door de **paring**. Baltsgedrag is bedoeld om een partner aan te trekken en om de motivatie voor de paring te vergroten. Beide dieren zullen door de grotere motivatie sterk geneigd zijn om met elkaar te paren.

De balts bestaat uit een aantal handelingen die een gedragsketen vormen (zie afbeelding 8 in basisstof 1). Elke handeling is hierbij een signaal. De signalen van het mannetje zijn prikkels voor het vrouwtje en de signalen van het vrouwtje zijn prikkels voor het mannetje. De signalen zijn kenmerkend voor de diersoort. In afbeelding 27 zie je signalen uit de balts van futen. Doordat elke diersoort zijn eigen signalen heeft, komt alleen paring met soortgenoten voor.

▼ **Afb. 27** Signalen uit het baltsgedrag van futen.



1 kopschudden: beide futen bewegen de kop snel enkele keren van links naar rechts



2 pinguïndans (plantendans): beide futen duiken naar waterplanten en rijzen plotseling op uit het water, borst aan borst

BROEDZORG

Bij veel diersoorten leven de individuen onafhankelijk van elkaar. Ze vormen alleen een paar tijdens de balts en de paring. Vaak verzorgt óf alleen het vrouwtje óf alleen het mannetje de eieren en de jongen. Het verzorgen van de eieren en jongen heet **broedzorg**.

Sommige diersoorten leven in paren gedurende een of meer seizoenen, en soms zelfs gedurende hun hele leven. Dit komt voor bij veel soorten vogels en bij sommige soorten zoogdieren (zie afbeelding 28). Bij veel vogelsoorten bouwen het mannetje en het vrouwtje samen het nest. Ze zorgen allebei voor de eieren en de jongen.

► **Afb. 28** Sommige diersoorten vormen paren voor het leven.



1 zwanen



2 gibbons

RANGORDE IN GROEPEN

Vooraf bij vogels en zoogdieren komen soorten voor die in groepen leven. In een groep bestaat vaak een bepaalde **rangorde**. Een rangorde voorkomt veel conflicten tussen de dieren, bijvoorbeeld over voedsel.

Bij een groep kippen is er één hen die naar alle andere hennen pikt (zie afbeelding 29). Deze hen verdringt alle andere hennen bij het verkrijgen van voedsel. Deze hen is de meest **dominante** hen. Een andere hen doet hetzelfde, behalve tegenover de meest dominante hen, enzovoort. De hen die onderaan in de rangorde staat, wordt door alle andere hennen gepikt. De rangorde bij kippen wordt **pikorde** genoemd.

► **Afb. 29** Pikkende hen (vrouwtjeskip).



Bij dieren die in groepen leven, proberen ondergeschikte dieren een hogere plaats in de rangorde te krijgen. Het komt zelden tot gevechten op leven en dood, want vaak is dreiggedrag van het dominante dier voldoende om een conflict te beëindigen. Bij het dreigen kunnen de dieren **imponeergedrag** vertonen: ze maken zich zo groot en indrukwekkend mogelijk (zie afbeelding 30).

► **Afb. 30** Imponeergedrag van een gorillamannetje.



VERANTWOORDE BEHUIZING VAN DIEREN

Het gedrag van landbouwdieren, circusdieren en dierentuindieren is vaak anders dan bij dieren in de vrije natuur. Olifanten in een dierentuin lopen bijvoorbeeld steeds hetzelfde stuk heen en weer. De leefomstandigheden zijn anders dan in de natuur. Dieren worden in ruimten gehouden die veel kleiner en kaler zijn dan hun natuurlijke leefgebied.

Tegenwoordig is er veel aandacht voor een **verantwoorde behuizing** van dieren. Dierentuinen en boerderijen krijgen betere dierenverblijven waardoor de dieren vaker hun natuurlijke gedrag kunnen vertonen. Kippen en varkens worden steeds vaker in grotere ruimten gehouden. Ze kunnen naar buiten om hun eten bij elkaar te scharrelen. Deze dieren worden scharrelkippen en scharrelvarkens genoemd (zie afbeelding 31).

WB OPDRACHT 25 T/M 33 BLZ. 160

► **Afb. 31** Scharrelvarkens.



5 Gedrag bij mensen

Je hebt op de basisschool veel ingewikkelde vaardigheden geleerd, zoals lezen, schrijven en omgaan met computers (zie afbeelding 32).

► **Afb. 32** Basisschoolleerlingen werken op de computer.



Het gedrag van mensen is anders dan dat van dieren. Bij mensen speelt leren bijvoorbeeld een grotere rol dan bij dieren. Een ander belangrijk verschil is dat het gedrag van mensen sterk wordt beïnvloed door normen en waarden. Er zijn ook overeenkomsten in gedrag van mens en dier. Uit onderzoek blijkt dat het gedrag van dieren meer op menselijk gedrag lijkt dan we altijd dachten (zie afbeelding 33).

▼ **Afb. 33**

Slimme kraaien

Dit is 007. Het is de bijnaam van een kraai die een ingewikkelde puzzel heeft opgelost. De puzzel bestaat uit acht handelingen. Als alle stappen juist worden uitgevoerd, krijgt 007 een beloning in de vorm van voedsel. De kraai had al geoefend met elk onderdeel afzonderlijk. Hij krijgt nu als taak om de acht handelingen in de juiste volgorde uit te voeren. Als dat lukt, krijgt hij een stokje te pakken waarmee hij voedsel uit een kooi naar zich toe haalt. 007 lost het probleem in minder dan twee minuten op.

Er zijn meer opmerkelijke voorbeelden bekend van slim kraaiengedrag. In Japan hebben kraaien een handige manier ontdekt om noten te kraken. Ze laten een noot vallen, precies boven een zebrapad. Dan wachten ze tot er een auto overheen rijdt. De schil van de noot gaat kapot. Dan wordt duidelijk waarom de kraaien de

noten juist boven een zebrapad naar beneden gooien. Ze wachten tot het voetgangerslicht op groen staat. Dan kunnen ze veilig de inhoud van de noot opeten.



▼ **Afb. 34** Sociale ontwikkeling.

AANGEBOREN GEDRAG EN AANGELEERD GEDRAG

Erfelijke factoren en leerprocessen bepalen het gedrag bij mensen, net als bij dieren. Gedrag dat door erfelijke factoren wordt bepaald, is bijvoorbeeld het zuiggedrag bij baby's. Dit gedrag is aangeboren en dus erfelijk. Veel gelaatsuitdrukkingen bij onder andere vreugde, woede en angst zijn aangeboren. Deze gedragingen zijn in alle culturen hetzelfde.

Bij mensen spelen leerprocessen een grotere rol dan bij dieren. Tijdens de opvoeding in de eerste levensjaren geven ouders (verzorgers) en kind elkaar veel signalen. Voorbeelden van signalen tussen ouder en kind zijn: geluidjes maken, oogcontact en lichamelijk contact (knuffelen). Door dit contact via signalen leert een kind zich sociaal te ontwikkelen (zie afbeelding 34).

COMMUNICATIE

Communicatie is bij mensen ver ontwikkeld. Mensen hebben een uitgebreide taal. Het duurt een aantal jaren voordat een kind kan lezen en schrijven. Mensen communiceren door te praten en te schrijven, maar ook op andere manieren. Een tekening maken, een boek schrijven, muziek maken of een film maken zijn ook vormen van communicatie. Ook met gelaatsuitdrukkingen en gebaren communiceren mensen.

Elke cultuur heeft haar eigen taal. Daaraan kun je zien dat taal aangeleerd gedrag is en geen aangeboren gedrag. Ook de gebaren en omgangsvormen kunnen bij elke cultuur weer anders zijn (zie afbeelding 35).

▼ **Afb. 35** Begroetingen.

1 Thailand



2 Japan



3 Nederland

NORMEN EN WAARDEN

Mensen denken na over hun gedrag en **beoordelen** het gedrag van anderen. We verwachten dat de mensen om ons heen hetzelfde gedrag vertonen als wijzelf. Afwijkend gedrag wordt vaak slecht gevonden. Om toch goed te kunnen samenleven, hebben mensen normen en waarden voor hun gedrag. **Normen** zijn gedragsregels waarvan veel mensen vinden dat je eraan moet houden. Een voorbeeld hiervan is: je mag niet stelen. Normen zijn gebaseerd op waarden. **Waarden** zijn de uitgangspunten die mensen gebruiken bij het inrichten van hun leven. Eerlijkheid is een waarde, maar ook respect voor anderen, rechtvaardigheid en vrijheid.

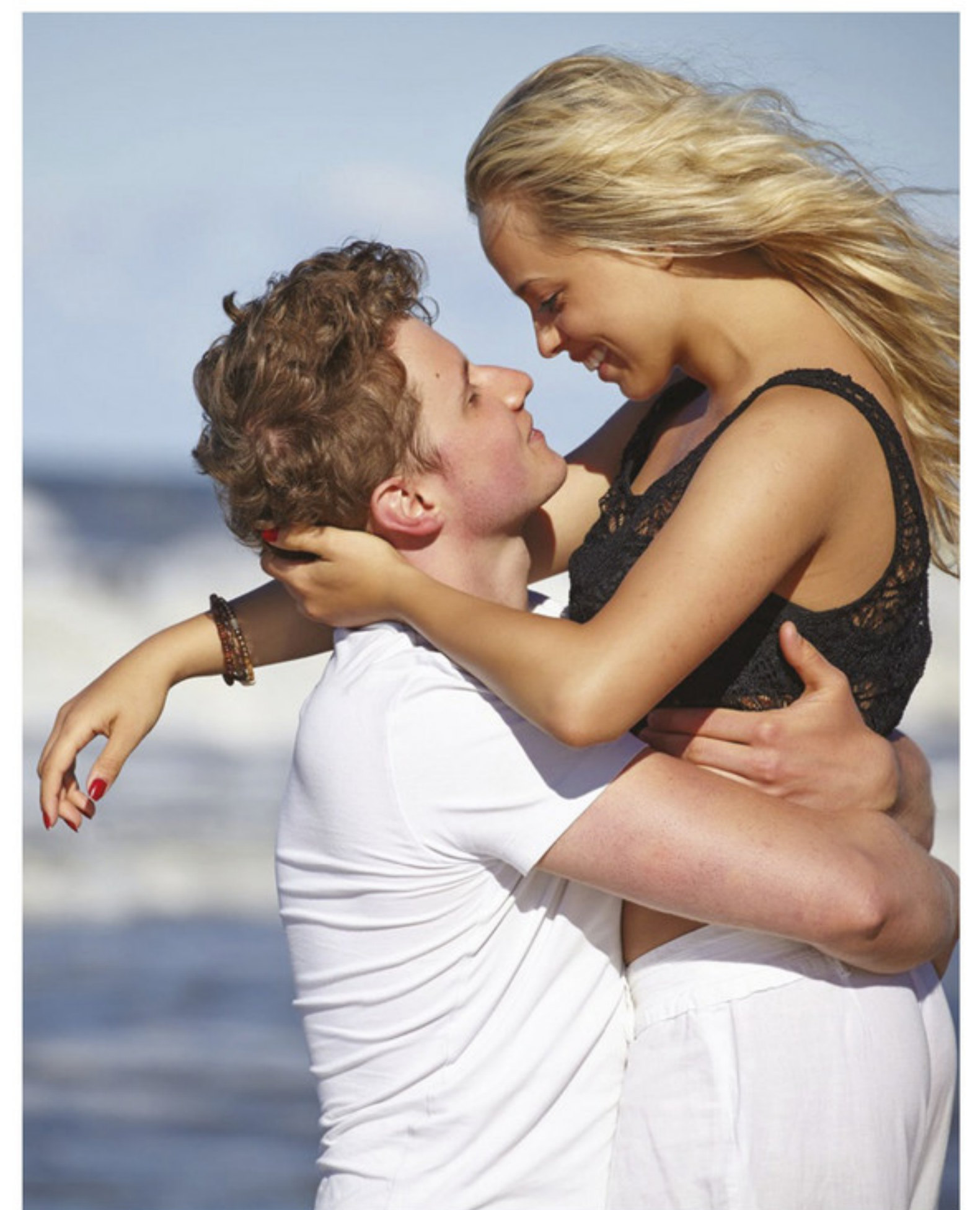
Normen en waarden zijn niet voor iedereen hetzelfde. Ze worden bijvoorbeeld sterk bepaald door de cultuur waarvan iemand deel uitmaakt. Wat in de ene cultuur normaal wordt gevonden, is in de andere cultuur streng verboden. In Nederland is het bijvoorbeeld normaal dat jongens en meisjes samen zwemmen. In sommige andere culturen is dat streng verboden.

In de loop van de tijd kunnen normen en waarden veranderen. In West-Europa zijn bijvoorbeeld de normen en waarden ten aanzien van seksueel gedrag de laatste honderd jaar duidelijk veranderd. In de vorige eeuw werd seks voor het huwelijk afgekeurd. Nu denken veel mensen daar anders over (zie afbeelding 36).

► **Afb. 36** Een verliefd paar.



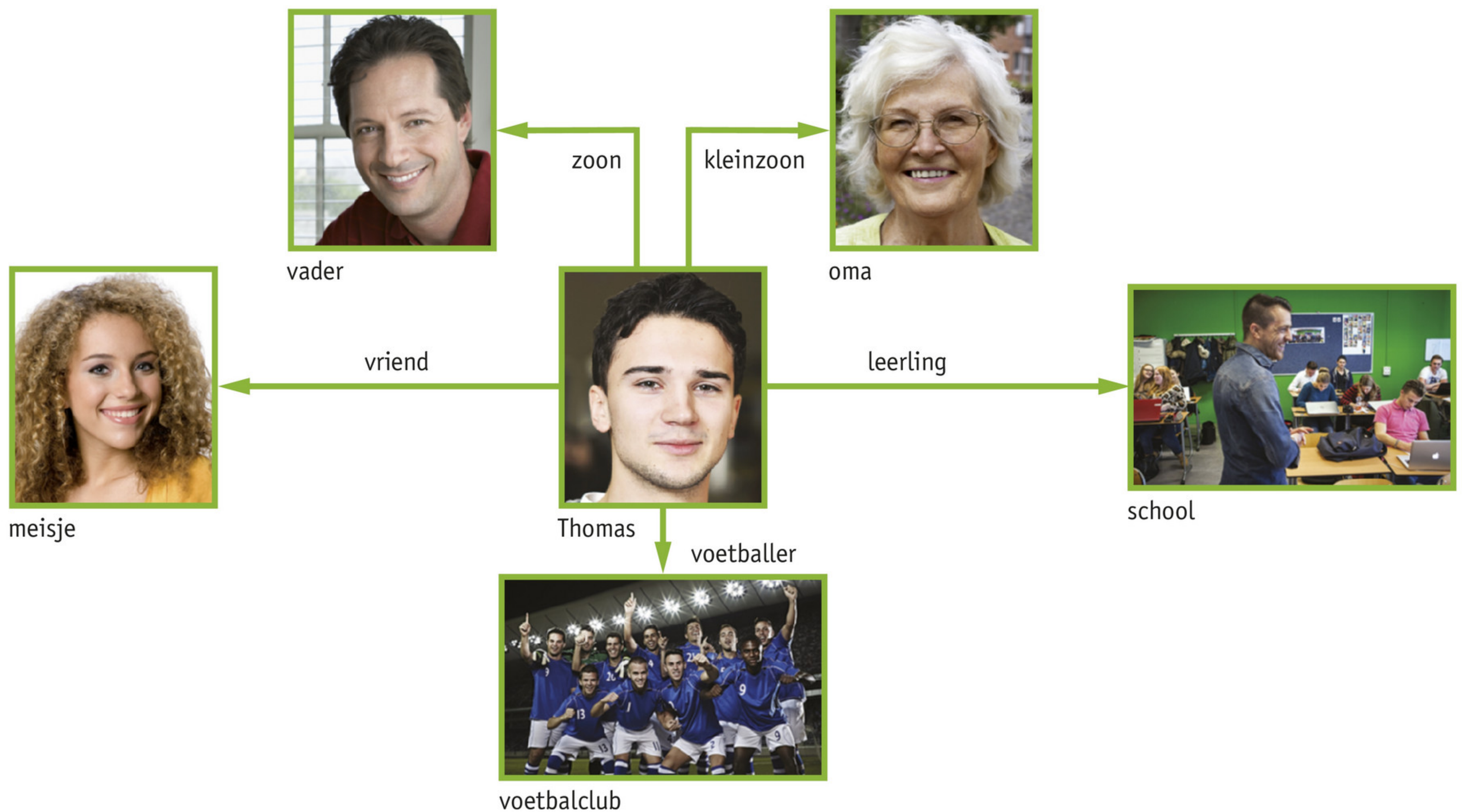
1 in 1900



2 nu

ROLGEDRAG EN ROLPATRONEN

Mensen hebben relaties met andere mensen. In afbeelding 37 zie je enkele relaties van een jongen. Hij heeft bijvoorbeeld een relatie met zijn vader. In deze relatie is hij de zoon. We zeggen dat hij de **rol** van zoon heeft. Hij zit nog op school en daar heeft hij de rol van leerling. Ook zijn vader heeft verschillende rollen. In de relatie met zijn zoon heeft hij de rol van vader, maar in de relatie met zijn vrouw heeft hij de rol van echtgenoot. In elke rol die je hebt, verwachten mensen bepaald gedrag van je. Al het gedrag dat bij een bepaalde rol hoort, noemen we het **rolpatroon**.

▼ **Afb. 37** Enkele relaties en rollen.▼ **Afb. 38** Gezichten (koppen) met en zonder sleutelprikkels voor vertroetelen.

Soms botsen rolpatronen met elkaar. Je moet een belangrijke sportwedstrijd spelen, terwijl je ook een proefwerk moet leren. De school verwacht dus van je dat je zit te leren, maar je sportteam verwacht dat je dit juist niet doet en de wedstrijd speelt.

Een bekend rolpatroon is het **traditionele man-vrouwrolpatroon** in een gezin. In dit rolpatroon wordt van een man verwacht dat hij buitenshuis werkt en daarmee geld verdient om zijn gezin te onderhouden. Van een vrouw wordt verwacht dat zij het huis schoonmaakt, eten kookt en de kinderen verzorgt. Dit rolpatroon is de laatste jaren sterk veranderd. Nu wordt het grotendeels als normaal beschouwd dat ook vrouwen buitenshuis werken en dat het huishouden en de verzorging van de kinderen door beide partners worden gedaan.

SLEUTELPRIKKELS EN SUPRANORMALE PRIKKELS

Mensen zijn net als dieren gevoelig voor sleutelprikkels. Mensen vinden bijvoorbeeld bepaalde kenmerken van een baby schattig. De sleutelprikkels van een schattig, lief wezentje zijn: een rond gezicht, bolle wangen, een hoog naar voren gewelfd voorhoofd, grote ogen, een wipneus, een klein mondje, een in verhouding groot hoofd en mollige lichaamsvormen. Deze sleutelprikkels veroorzaken bij veel mensen de neiging tot vertroetelen. In afbeelding 38 zie je links steeds de gezichten (koppen) die mensen schattig vinden en willen vertroetelen; rechts zie je gezichten (koppen) waarbij de sleutelprikkels hiervoor ontbreken.

In strips en bij poppen en knuffeldieren worden deze sleutelprikkels vaak nog wat overdreven (zie afbeelding 39). Ze werken dan als supranormale prikkels.

► **Afb. 39** Overdreven sleutelprikkel.



De meeste typen gedrag die je bij dieren hebt leren kennen, komen ook bij mensen voor. Mensen vertonen ook territoriumgedrag (zie afbeelding 40). Met wijd geopende ogen staren naar een persoon is dreiggedrag. Vaak wordt bij het dreigen imponeergedrag vertoond. De dreigende persoon neemt dan een lichaamshouding aan die hem of haar zo groot en breed mogelijk maakt. Grote ogen opzetten, je tanden tonen en het beschilderen van het gezicht zijn ook voorbeelden van imponeergedrag (zie afbeelding 41).

WB OPDRACHT 34 T/M 41 BLZ. 166

WB PRACTICUM 1 BLZ. 171

▼ **Afb. 40** Territoriumgedrag.



▼ **Afb. 41** Imponeergedrag.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Je kunt omschrijven wat gedrag is en hoe gedrag wordt bestudeerd.

- Gedrag: alles wat een dier of mens doet:
 - een reactie (respons) van een dier of een mens op prikkels;
 - ontstaat door de werking van spieren of klieren;
 - bestaat uit handelingen die met elkaar samenhangen en samen een doel hebben.
 De studie van gedrag moet objectief gebeuren: alleen feiten worden vermeld, geen meningen van de waarnemer.
- Ethologie: de studie van gedrag.
 - Ethogram: een objectieve beschrijving van de handelingen van een diersoort.
 - Protocol: een lijst van opeenvolgende waargenomen handelingen van een dier.
- Gedragketen: een vaste opeenvolging van handelingen.
 - Bijv. paringsgedrag (balts) van de stekelbaars.

DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Je kunt beschrijven waardoor gedrag wordt veroorzaakt en hierbij sleutelprikkels en supranormale prikkels onderscheiden.

- Gedrag wordt veroorzaakt door inwendige prikkels en uitwendige prikkels.
 - Voorbeelden van inwendige prikkels: honger, dorst en angst.
 - Voorbeelden van uitwendige prikkels: het zien en ruiken van voedsel.
- Motivatie: de bereidheid tot het verrichten van bepaald gedrag.
 - Als een dier geen honger heeft, ontbreekt de motivatie om te eten.
- Sleutelprikkel: een prikkel die doorslaggevend is bij het veroorzaken van bepaald gedrag.
 - Bijv.: de rode snavelvlak bij meeuwen is de sleutelprikkel voor het pikgedrag van de jongen.
- Supranormale prikkel: (kunstmatige) prikkel die sterker een bepaald gedrag opwekt dan de normale sleutelprikkel.
 - Bijv.: een model met een rode snavel veroorzaakt een sterker pikgedrag bij meeuwenjongen dan de rode snavelvlak van een ouder.

- Consumentengedrag: gedrag van mensen die producten kopen.
 - In de reclame wordt gebruikgemaakt van sleutelprikkels en supranormale prikkels om het consumentengedrag te beïnvloeden.

DOELSTELLING 3

BASISSTOF 3

Je kunt de factoren noemen waardoor gedrag wordt bepaald en je kunt verschillende vormen van leren beschrijven.

- Gedrag wordt bepaald door erfelijke factoren (genen) (aangeboren gedrag/instinct) en leerprocessen (aangeleerd gedrag).
- Gewenning: een bepaalde reactie op een prikkel wordt bij herhaling van de prikkel aangeleerd of afgeleerd.
 - Bijv.: door een paard regelmatig aan vuur bloot te stellen, schrikt het paard niet meer.
- Inprenting: iets kan alleen worden geleerd in een bepaalde korte periode (de gevoelige periode).
 - Inprenting speelt een rol bij het leren herkennen van ouders en soortgenoten.
- Trial and error (proefondervindelijk leren): leren door toevallige ontdekkingen.
 - Bijv.: een insectenetende vogel eet geen zwartoranje rupsen meer, nadat hij enkele keren de vieze smaak ervan heeft geproefd.
- Conditionering: gedrag dat door beloning of straf wordt aangeleerd.
 - Bijv.: door een hond te belonen als hij een poot geeft nadat het woord 'poot' is gezegd. De hond leert zo een poot te geven.

DOELSTELLING 4

BASISSTOF 4

Je kunt verschillende typen sociaal gedrag onderscheiden.

- Signaal: een handeling bij sociaal gedrag die als prikkel werkt voor de volgende handeling van een soortgenoot.
 - Bijv.: bij de balts van stekelbaarsjes is de zigzagdans van het mannetje voor het vrouwtje het signaal om de baltshouding aan te nemen.
 - Door signalen is communicatie tussen soortgenoten mogelijk.
- Sociaal gedrag: gedrag van soortgenoten ten opzichte van elkaar.
 - Bij taakverdeling vertoont niet elk dier in de groep hetzelfde gedrag. Bijv.: bij stokstaartjes waarschuwen de wachters de rest van de groep als er gevaar dreigt.

- Territoriumgedrag: gedrag met als functie het afbakenen van een territorium (een gebied rond de nestplaats) en het verdedigen ervan.
 - Zo wordt voldoende voedsel of ruimte veiliggesteld om nakomelingen te kunnen grootbrengen.
 - Territoriumgedrag midden in het territorium bestaat uit aanvalsgedrag. Aan de grens van het territorium wordt dreiggedrag vertoond.
- Dreiggedrag; gedrag dat kenmerken bevat van zowel aanvalsgedrag als vluchtgedrag.
- Paringsgedrag (balts): paarvormend gedrag dat aan de paring voorafgaat.
 - Baltsgedrag vergroot de bereidheid tot paring, doordat tijdens de balts de motivatie voor paring sterker wordt.
 - De signalen zijn kenmerkend voor de soort.
- Broedzorg: het verzorgen van eieren en jongen.
- Dominantie: gedrag dat een functie heeft bij het vaststellen van een rangorde binnen groepen.
 - Bijv.: bij kippen ontstaat door pikgedrag een rangorde van de meest dominante hen naar de minst dominante hen (pikorde).
 - Imponeergedrag: gedrag waarbij een dier zich zo groot en indrukwekkend mogelijk maakt. Bijv.: een gorillamannetje.
- Gedrag van dieren in gevangenschap wijkt af van gedrag van dieren in de vrije natuur.
 - Een verantwoorde behuizing zorgt ervoor dat dieren vaker natuurlijk gedrag vertonen.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 5

Je kunt de overeenkomsten en de verschillen noemen tussen gedrag van mensen en gedrag van dieren.

- Overeenkomsten tussen gedrag van mensen en gedrag van dieren:
 - Beide worden bepaald door erfelijke factoren (bijv. het zuiggedrag bij baby's) en leerprocessen (bijv. het maken van gebaren).
 - Beide zijn gevoelig voor sleutelprikkels en supranormale prikkels.
 - Beide vertonen o.a. territoriumgedrag, dreiggedrag en imponeergedrag.
- Verschillen tussen gedrag van mensen en gedrag van dieren:
 - Het gedrag bij mensen wordt sterker bepaald door leerprocessen.
 - Mensen kunnen hun gedrag beoordelen aan de hand van normen en waarden.

- Rolpatroon: al het gedrag dat bij een bepaalde rol hoort.
 - In relaties hebben mensen een specifieke rol.
 - Bij een bepaalde rol verwachten mensen bepaald gedrag.
 - Een bekend rolpatroon is het traditionele man-vrouwrolpatroon.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

- Je hebt geleerd hoe je een ethogram en een protocol moet maken.
- Je hebt geoefend in het maken van diagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen.
- Je hebt geoefend in het maken van een verslag.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van gedragsonderzoek.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een practicum.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een leidster kinderdagverblijf.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

BASISSTOF 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Een leerling krijgt een kleur als zij een fout antwoord geeft.
Is dit wel of geen gedrag?
- 2 De venusvliegenva (ook wel venusvliegenrenger genoemd) is een vleesetende plant. Als een blad wordt aangeraakt, vouwt het blad zich samen (zie afbeelding 42).
Is dit wel of geen gedrag? Leg je antwoord uit.

▼ **Afb. 42** De venusvliegenva.



- 3 Hoe heet een opeenvolging van handelingen waarbij het effect van de ene handeling leidt tot een volgende handeling?
- 4 Een leerling beweert dat de balts van een stekelbaars een handeling is.
Is dat juist? Leg je antwoord uit.

In een dierentuin beginnen wolven vaak te janken als zij het geluid van een sirene horen. De oppassers zijn aan dit jankgedrag van de wolven gewend. Argeloze bezoekers schrikken er soms van.

Deze informatie hoort bij vraag 5 en 6.

- 5 Wordt in de tekst een prikkel voor de wolven genoemd? Licht je antwoord toe.
- 6 Wordt in de tekst een respons van de wolven genoemd? Licht je antwoord toe.
- 7 Hoe noemen we een lijst van opeenvolgende waargenomen handelingen van een dier?
- 8 In afbeelding 43 is gedrag van apen weergegeven. Een leerling zegt hierover: 'De apen vinden elkaar aardig.'
Wat is er onjuist aan deze bewering?

▼ **Afb. 43** Apengedrag.



DOELSTELLING 2

BASISSTOF 2

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

Een luipaard besluit een gazelle die aan het drinken is bij een kleine waterplas. Wanneer de luipaard ongeveer tien meter van de gazelle af is, neemt hij een aanloop om de gazelle te bespringen. De gazelle ziet de luipaard op het allerlaatste moment en sprint weg. Deze informatie hoort bij vraag 1 en 2.

- 1 Wat is de inwendige prikkel voor het sluipgedrag van de luipaard?
A Honger.
B Het zien van de gazelle.
- 2 Wat is de uitwendige prikkel voor de gazelle om weg te sprinten?
A Hormonen.
B Het zien van de luipaard.
- 3 Koekoeken leggen hun eieren in het nest van andere soorten vogels en laten de verzorging van hun jongen over aan deze pleegouders.
Twee leerlingen gaan een onderzoek doen naar dit gedrag. Voor hun onderzoek hebben ze de beschikking over vier typen nep-eieren. Deze eieren hebben dezelfde temperatuur en geur als de eigen eieren van de pleegouders, maar ze kunnen in vorm en kleur verschillen (zie tabel 1).
In een aantal nesten worden de echte eieren vervangen door een van de vier typen nep-eieren. De leerlingen ontdekken dat nep-eieren van type 2 en van type 4 door de pleegouders in de steek worden gelaten.
Wat is de sleutelprikkel voor het in de steek laten van de eieren?
A De vorm.
B De kleur.

▼ Tabel 1 Gedrag van de koekoek.

Type nep-ei	Omschrijving
1	Dezelfde kleur als de eieren van de pleegouders, maar een andere vorm.
2	Dezelfde vorm als de eieren van de pleegouders, maar een andere kleur.
3	Dezelfde kleur en dezelfde vorm als de eieren van de pleegouders.
4	Zowel een andere kleur als een andere vorm als de eieren van de pleegouders.

- 4 Wanneer je vlak naast het nest van een scholekster een veel groter ei van een andere vogelsoort legt, probeert de scholekster dit ei in het nest te rollen en te bebroeden (zie afbeelding 44). De scholekster blijft dit proberen, ook al gaat het slecht doordat het ei veel te groot is.
Van welk soort prikkel is dit ei een typisch voorbeeld?
- A Van een sleutelprikkel.
 - B Van een supranormale prikkel.

▼ Afb. 44 Scholekster.



DOELSTELLING 3 BASISSTOF 3

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.
Een koekoeksvrouwtje legt in een groot aantal nesten een ei. De vogels waar deze nesten van zijn, zijn meestal van dezelfde soort als die waardoor het koekoeksvrouwtje zelf is grootgebracht. Het pas uitgekomen koekoeksjong duwt alle andere jonge vogels en eieren uit het nest (zie afbeelding 45).

▼ Afb. 45 Koekoeksjong.



1 een koekoeksjong verwijdert een ei



2 een roodborstje voert een koekoeksjong

Dit gaat steeds beter naarmate het koekoeksjong vordert met het verwijderen van de jongen en de eieren. Als het koekoeksjong met veel moeite is grootgebracht, trekt het weg naar het overwinteringsgebied. Volwassen soortgenoten zijn al eerder vertrokken.

Deze informatie hoort bij vraag 1 tot en met 3.

- 1 Een koekoeksjong verwijdert het laatste ei uit het nest.
Berust dit gedrag alleen op erfelijke factoren of spelen ook leerprocessen een rol?
- A Dit gedrag berust alleen op erfelijke factoren.
 - B Bij dit gedrag spelen ook leerprocessen een rol.
- 2 Koekoeken leggen hun eieren in het nest van andere soorten vogels. Iemand beweert dat bij dit verschijnsel alleen erfelijke factoren een rol spelen. Is deze bewering juist?
- A Ja.
 - B Nee.
- 3 Wordt het trekgedrag van het koekoeksjong alleen bepaald door erfelijke factoren of ook door leerprocessen?
- A Alleen door erfelijke factoren.
 - B Zowel door erfelijke factoren als door leerprocessen.

- 4 Een leerling doet een experiment met een rat in een doolhof (zie afbeelding 46). De rat heeft een dag niet gegeten en wordt in het midden van de doolhof gezet. Bij de uitgang ligt een voedselbrokje. De rat doet er tien minuten over om het voedselbrokje te vinden.
De leerling voorspelt dat de rat de juiste weg naar het voedsel zal leren als hij vaker door de doolhof loopt. Gedurende enkele uren zet hij de rat om het kwartier bij de ingang. Na enige tijd loopt de rat direct naar de uitgang.
Door welk leerproces leert de rat de uitgang vinden?

- A Door ‘trial and error’.
- B Door inprenting.

▼ Afb. 46 Rat in een doolhof.

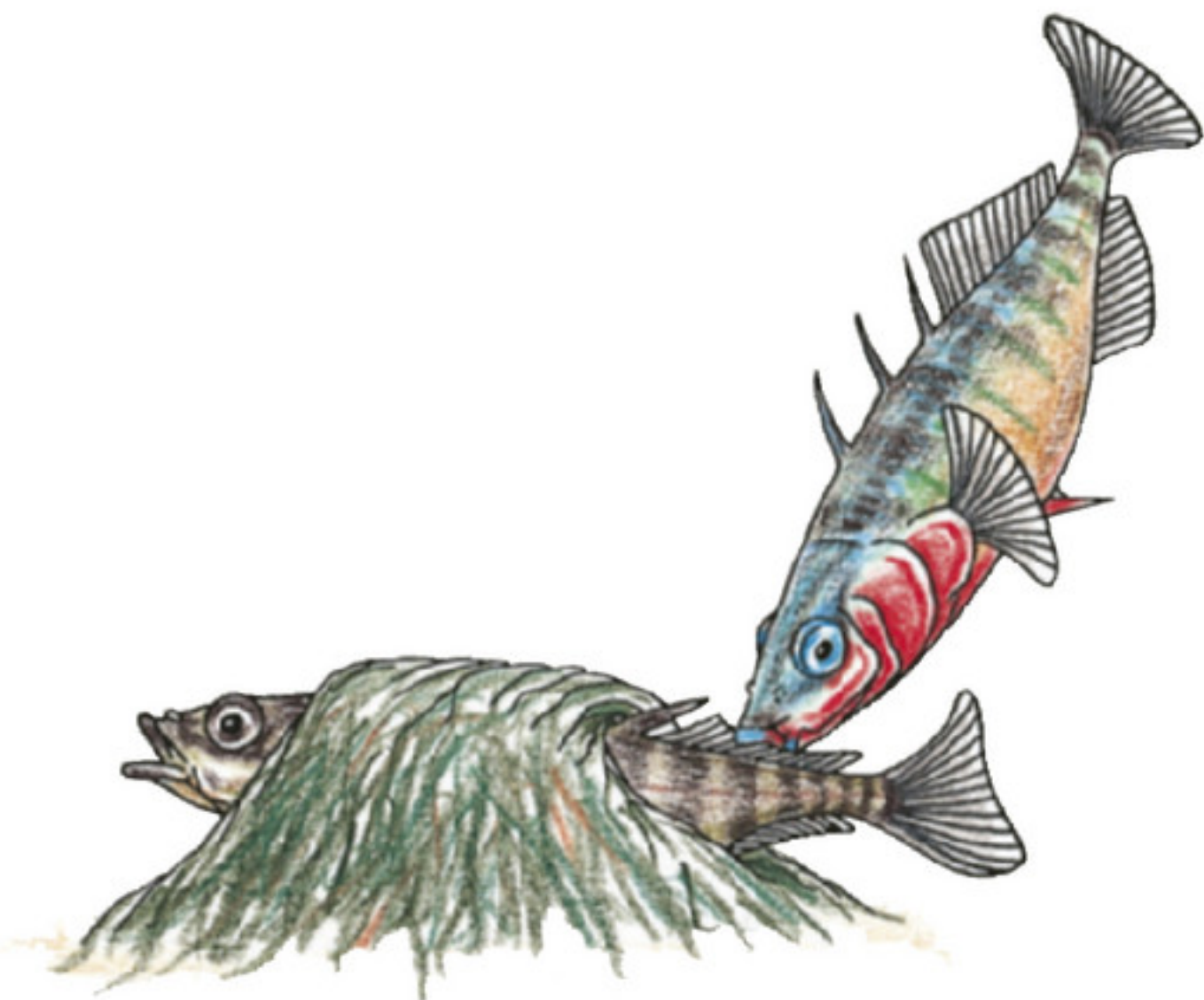


- 5 Door welk leerproces leert een dier zijn ouders herkennen in een gevoelige periode?
- A Door inprenting.
 - B Door trial and error.

DOELSTELLING 4 BASISSTOF 4

- Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.
- 1 Hier staan drie beweringen over de balts van de stekelbaars:
- 1 De balts vergroot de bereidheid tot paring.
 - 2 Het sidderen van het mannetje (zie afbeelding 47) is voor het vrouwtje het signaal om eieren af te zetten.
 - 3 De handelingen bij de balts zijn kenmerkend voor stekelbaarsjes.
- Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
- A Alleen bewering 3.
 - B Alleen de beweringen 1 en 2.
 - C Alleen de beweringen 2 en 3.
 - D De beweringen 1, 2 en 3.

▼ Afb. 47 Het sidderen van een stekelbaarsmannetje.



- 2 Een leerling doet een gedragsonderzoek bij kippen. Hij maakt gedurende tien minuten een protocol van de handelingen van de vier hennen P, Q, R en S. Hij noteert de volgende resultaten.
- P: Loopt rond – pikt Q – drinkt – pikt R – pikt voedsel – wacht.
- Q: Loopt rond – wacht – pikt voedsel – wacht – drinkt – loopt rond.
- R: Wacht – loopt rond – pikt Q – pikt voedsel – loopt rond.
- S: Loopt rond – pikt voedsel – pikt P – wacht – pikt Q.
- Welke hen is het meest dominant? En welke hen is het minst dominant?
- | Meest dominant | Minst dominant |
|----------------|----------------|
| A hen P | hen Q |
| B hen P | hen R |
| C hen S | hen Q |
| D hen S | hen R |

- 3 Lees de context ‘Grutto’s’ (zie afbeelding 48). Welke functie heeft het gedrag dat de grutto’s op de foto vertonen? En is dit gedrag een voorbeeld van sociaal gedrag?
- | Functie van het gedrag | Sociaal gedrag |
|-----------------------------------|----------------|
| A vaststellen van een rangorde | ja |
| B vaststellen van een rangorde | nee |
| C vaststellen van een territorium | ja |
| D vaststellen van een territorium | nee |

▼ Afb. 48

Grutto’s

In weilanden in Noord-Holland komen grutto’s voor. De foto geeft het gedrag weer van de mannelijke grutto’s. Een grutto bakent zijn territorium af door zich luid roepend op een goed zichtbare plaats in het weiland op te stellen. Bij het naderen van een concurrent wordt door het spreiden van de staart de zwarte vleugelband opvallend zichtbaar. De vogel zet de rugveren en vleugels op. Vervolgens loopt de grutto met gespreide staart op de tegenstander af.

De grutto’s die elkaar een territorium betwisten, proberen elkaar bij de snavel te pakken en elkaar dan al fladderend weg te duwen.



- 4 Bij grutto's leidt succesvol territoriumgedrag tot een groot territorium.
Hier staan twee verklaringen voor het verschijnsel dat het hebben van een groot territorium bijdraagt aan het voortplantingssucces van een grutto:
- 1 Een groot territorium leidt tot een grotere overlevingskans van de nakomelingen, doordat er een grote hoeveelheid voedsel beschikbaar is.
 - 2 In een groot territorium is er een kleinere kans dat een nest wordt verstoord door soortgenoten.
- Welke van deze verklaringen is (zijn) juist?
- A** Alleen verklaring 1.
B Alleen verklaring 2.
C De verklaringen 1 en 2.
- 5 De grutto nadert zijn vijand met opgezette rugveren en vleugels.
Hoe noemen we dit gedrag?
- A** Baltsgedrag.
B Imponeergedrag.
C Sociaal gedrag.

DOELSTELLING 5

BASISSTOF 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hier staan twee beweringen over de verschillen tussen het gedrag van mensen en het gedrag van dieren.
- 1 Bij dieren wordt het gedrag sterker bepaald door leerprocessen dan bij mensen.
 - 2 Mensen kunnen, in tegenstelling tot dieren, hun gedrag beoordelen aan de hand van normen en waarden.
- Welke van deze beweringen is (zijn) juist?
- A** Alleen bewering 1.
B Alleen bewering 2.
C De beweringen 1 en 2.
D Geen van beide.
- 2 De blikken en gebaren die aan het vrijen van twee mensen voorafgaan, bevatten signalen voor een bepaald gedrag.
Met welk gedrag van dieren is deze blikken- en gebarentaal te vergelijken?
- A** Met baltsgedrag.
B Met dreiggedrag.
C Met imponeergedrag.
D Met territoriumgedrag.

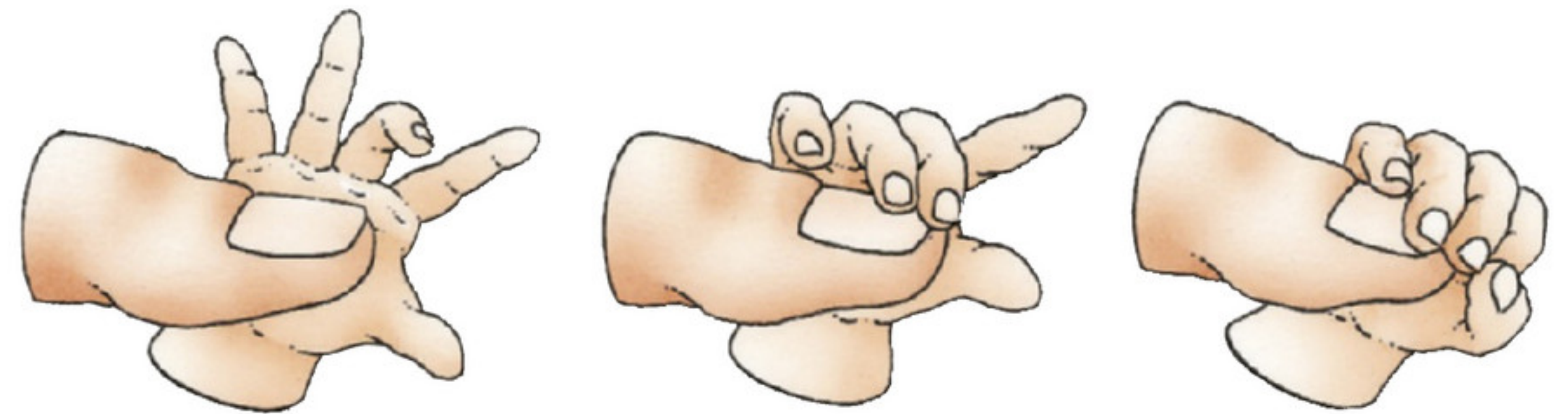
- 3 In afbeelding 49 is gedrag van een pasgeboren baby weergegeven.
Waardoor wordt dit gedrag grotendeels bepaald: door erfelijke factoren of door leerprocessen?
In de verdere ontwikkeling gaat een kind steeds fijnere bewegingen maken met zijn vingers. Spelen leerprocessen een rol bij deze verdere ontwikkeling?

Het gedrag wordt grotendeels bepaald door

Leerprocessen spelen een rol bij de verdere ontwikkeling

- | | |
|------------------------------|-----|
| A erfelijke factoren. | ja |
| B erfelijke factoren. | nee |
| C leerprocessen. | ja |
| D leerprocessen. | nee |

▼ Afb. 49 Grijpreflex.



- 4 In afbeelding 50 zie je een man huishoudelijk werk doen.
Komt dit gedrag overeen met het traditionele man-vrouwrolpatroon?
- A** Ja.
B Nee.

▼ Afb. 50 Huishoudelijk werk.



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit drie verschillende onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek. Je hoort van je docent hoeveel onderdelen je moet kiezen.

PLUSSTOF

1 Taakverdeling binnen groepen

Sommige soorten insecten leven in **staten**. In een staat leven veel dieren samen. Tussen deze soortgenoten is een sterke **taakverdeling**. Voorbeelden van dergelijke statenvormende insecten zijn bijen, mieren en termieten. Een bijenstaat kan wel uit 60 000 bijen bestaan. In elke bijenstaat komt één **koningin** voor (zie afbeelding 51). De koningin heeft als taak eieren te leggen en leeft meestal drie tot vier jaar.

► **Afb. 51** Honingbijen.



1 koningin

2 werkbij

3 dar

▼ **Afb. 52** Honingraat met bijen.

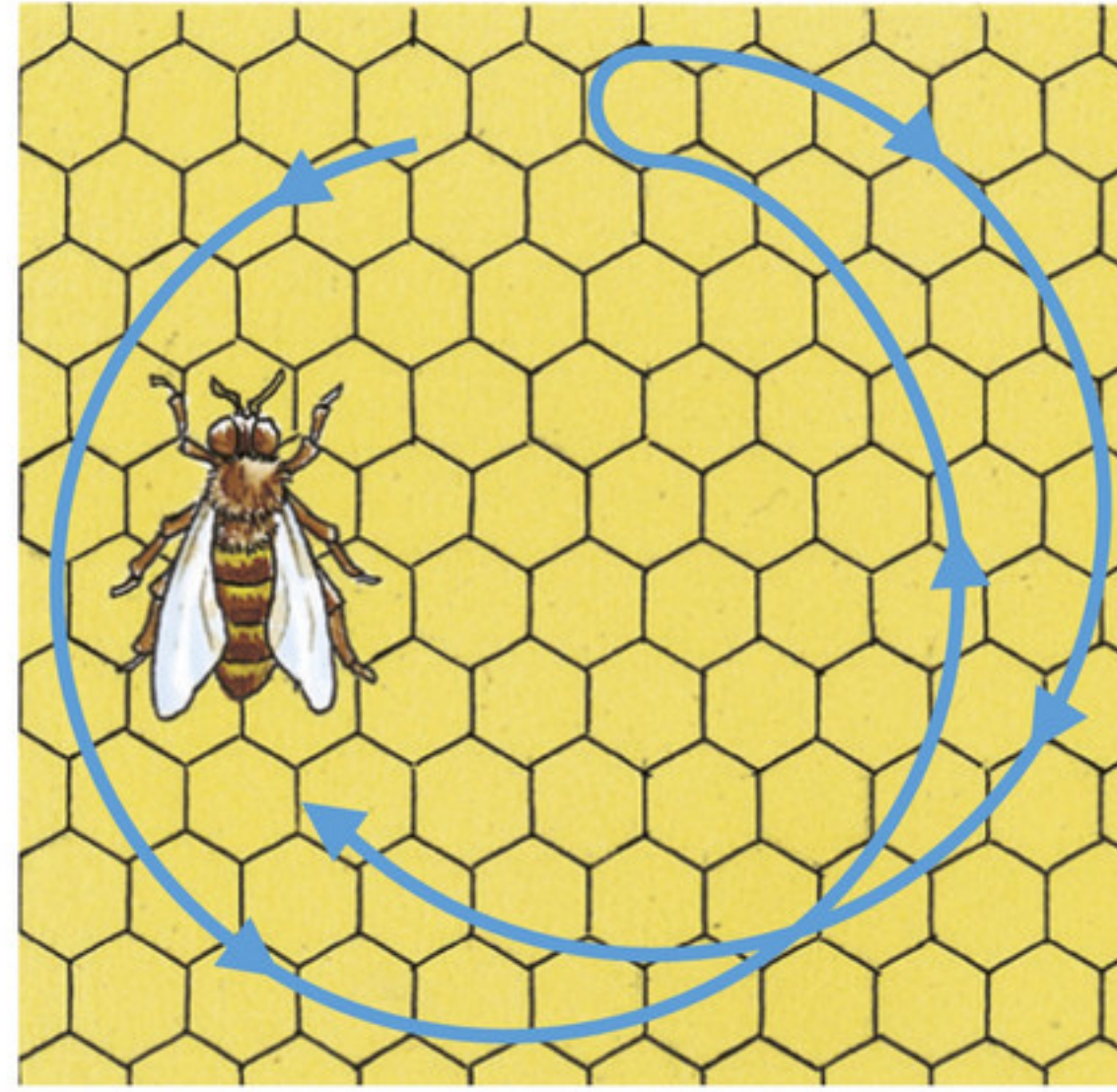


De meeste bijen in een bijenstaat zijn **werkbijen**. Dat zijn vrouwtjes van wie de voortplantingsorganen niet tot ontwikkeling zijn gekomen. Daardoor kunnen de werkbijen geen eieren leggen. Bijna alle taken in een staat worden uitgevoerd door de werkbijen. Tot die taken behoren onder andere het verzamelen van voedsel, het verzorgen van de larven (broedzorg) en het bouwen van de honingraten (zie afbeelding 52). Een werkbij leeft ongeveer zes weken. Welke taak een werkbij verricht, hangt af van haar leeftijd. In de zomermaanden bevat een bijenstaat honderden **darren**. Enkele van deze darren bevruchten de koningin. Wanneer dat is gebeurd, worden de darren door de werkbijen uit de bijenstaat verjaagd. Ze gaan dan al snel dood van de honger.

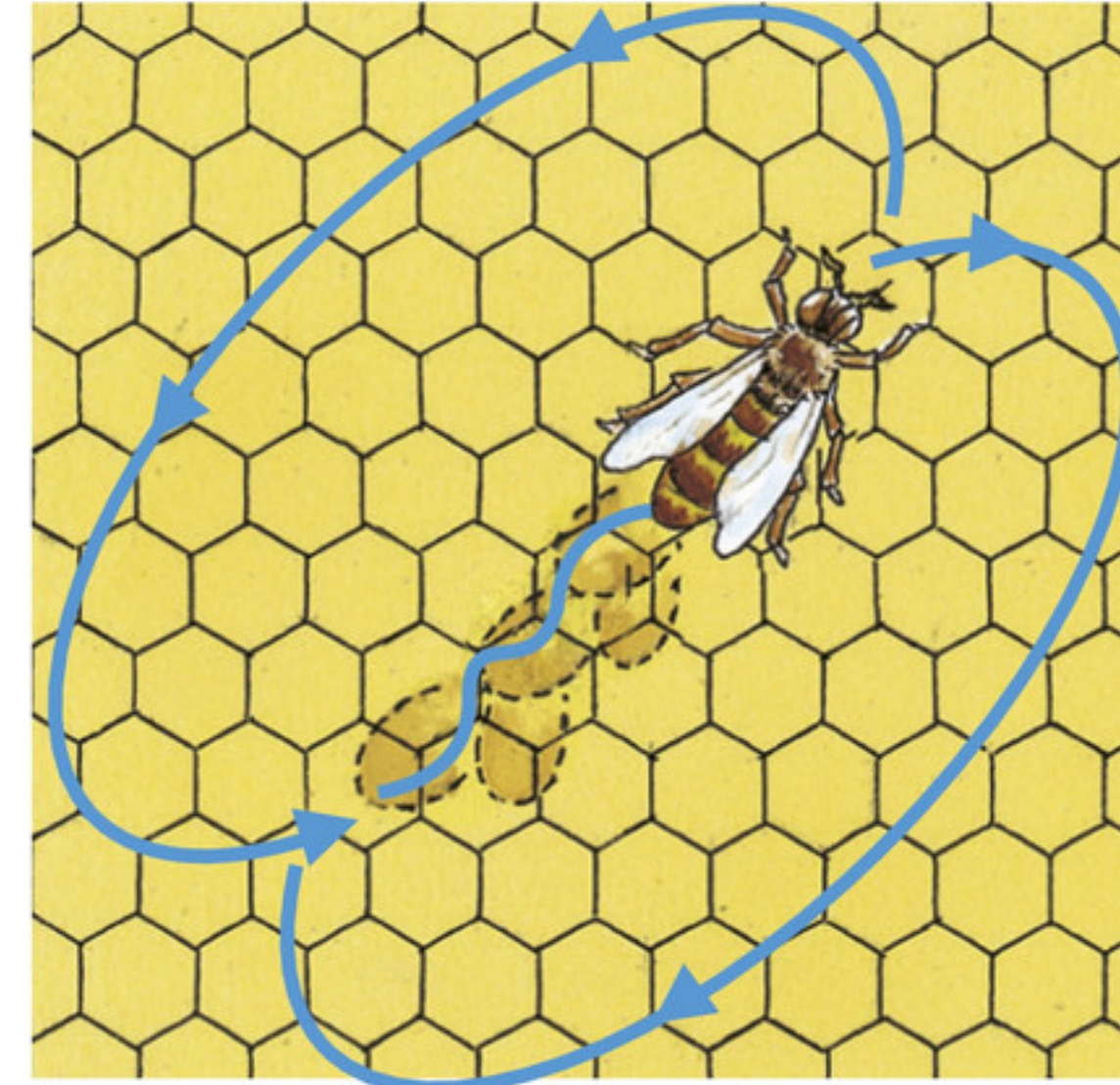
De koningin legt bevruchte en onbevruchte eieren. Uit de bevruchte eieren ontwikkelen zich werkbijen. Uit de onbevruchte eieren ontstaan darren.

Bijen communiceren met elkaar door allerlei signalen. De individuen van een staat herkennen elkaar door geurstoffen. Met de zogenoemde bijendans informeren de bijen elkaar over een voedselbron (zie afbeelding 53). Hierbij bewegen ze in een bepaald patroon over de honingraat. Andere werkbijen nemen deze bewegingen waar met hun voelsprietten.

Door taakverdeling kunnen dieren, net als mensen, in grote groepen bij elkaar leven (zie afbeelding 54). Communicatie tussen individuen zorgt ervoor dat de taken zo goed mogelijk worden uitgevoerd.

► **Afb. 53** Bijendans (schematisch).

1 Rondedans: een rondedans geeft een rijke voedselbron in de buurt van de staat aan.



2 Kwispeldans: een kwispeldans wordt uitgevoerd als de voedselbron zich op grotere afstand bevindt. Hoe groter de afstand tot de voedselbron, des te langzamer de kwispeldans.

▼ **Afb. 54**

Mieren leven in groepen

Ook mieren leven in groepen waar een duidelijke taakverdeling is. Een groep mieren heet een kolonie en bestaat meestal uit vele duizenden mieren. Er is een koningin, die samen met de mannetjes zorgt voor de voortplanting. Er zijn verkenner, voedselverzamelaars, nestverzorgers en soldaten.

Mieren communiceren met elkaar door middel van geurstoffen, aanrakingen en geluiden. Ze 'vertellen' elkaar waar voedsel te vinden is en waarschuwen elkaar voor gevaar.

Een mierenmaatschappij lijkt in een aantal opzichten op een mensenmaatschappij. Ook bij mensen zijn er individuen die gespecialiseerd zijn om een bepaalde taak uit te voeren. Door de taakverdeling wordt er veel werk verzet. Dat kun je onder andere zien aan de mate waarin de omgeving wordt aangepast aan de eigen leefwijze. Er zijn mierensoorten die grote nesten bouwen, die soms voor een groot deel ondergronds zijn (zie foto 1). Mensen bouwen steden waarin soms miljoenen individuen leven (zie foto 2).

Een mierenkolonie of een stad heeft veel individuen die gevoed moeten worden. Mensen produceren voedsel door middel van veeteelt en landbouw. Er is een uitgebreid transportsysteem om het voedsel naar een stad te vervoeren. De taken die bij de voedselvoorziening moeten worden uitgevoerd, worden gedaan door bijvoorbeeld boeren, vrachtwagenchauffeurs en winkeliers.

Bij mieren zorgen voedselverzamelaars ervoor dat hun soortgenoten voldoende voedsel krijgen. Er is een mierensoort die zelfs een soort veeteelt heeft ontwikkeld. Deze mieren voeden zich met de honingdauw (een vloeistof die veel suikers bevat) die de bladluizen produceren. De mieren 'melken' de luizen door met hun sprieten het achterlijf van de luis te bevoelen (zie foto 3). De mieren bouwen kamers voor de luizen en beschermen ze tegen rovers.



1



2



3

2 Gedrag van pissebedden

In de basisstof heb je geleerd dat gedrag meestal een respons is op prikkels. Pissebedden zijn dieren waarbij je gemakkelijk gedrag kunt onderzoeken (zie afbeelding 55). In deze verrijkingstof ga je onderzoeken wat de respons is van pissebedden op verschillende prikkels. Je moet bij deze verrijkingstof met z'n tweeën werken.

Pissebedden leven van planten en plantaardig afval. Je kunt pissebedden buiten vinden, onder stenen of onder oud hout. Als je het voorwerp waaronder ze zitten optilt, kruipen de pissebedden meteen ergens anders onder. Dit gedrag is een respons op prikkels.

Je kunt verschillende prikkels bedenken die het wegkruipen van pissebedden veroorzaken. De pissebedden kunnen bijvoorbeeld plaatsen opzoeken die koel, vochtig of donker zijn.

De invloed van elk van deze prikkels onderzoek je in een aparte proef (zie afbeelding 56). Bij twee prikkels ontwerp je zelf een proef. Neem voor elke proef nieuwe pissebedden.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 175

► **Afb. 55** Pissebedden.



► **Afb. 56** Gedrag van pissebedden bestuderen.



3 Een gedragsonderzoek

▼ Afb. 57

Speelgoed in een varkensstal

Steeds meer varkens in varkenshouderijen krijgen speelgoed in de stal. Veehouders zorgen er zo voor dat varkens zich minder vervelen. Ongewenst gedrag, zoals in elkaars staart bijten, komt dan minder vaak voor. Er zijn verschillende soorten speelgoed voor varkens. Ze spelen met touwen, waaraan ze kunnen knagen. Een jerrycan vinden ze ook fijn: ze gaan er tegen duwen. Met een bal kunnen ze voetballen. Als er een ketting in de stal is, gaan ze er op kauwen. In de natuur kauwen varkens namelijk op kiezels. Door het speelgoed worden de varkens nieuwsgierig en zijn ze actiever. Het welzijn van de dieren wordt zo verbeterd.



In deze verrijkingstof ga je een gedragsonderzoek uitvoeren. Je gaat een ethogram maken van een diersoort en een protocol van een bepaald dier. Uit het protocol probeer je conclusies te trekken over het gedrag van het dier. Geef aan wanneer je denkt dat het gedrag van het dier anders is dan wanneer het dier in de vrije natuur zou leven.

In overleg met je docent bepaal je waar je je onderzoek uitvoert en met welke diersoort. Misschien kan dat in een kinderboerderij of in een dierentuin (zie afbeelding 58).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 178

► Afb. 58 Gedragsonderzoek in een dierentuin.



Examentrainer

VOGELGEDRAG

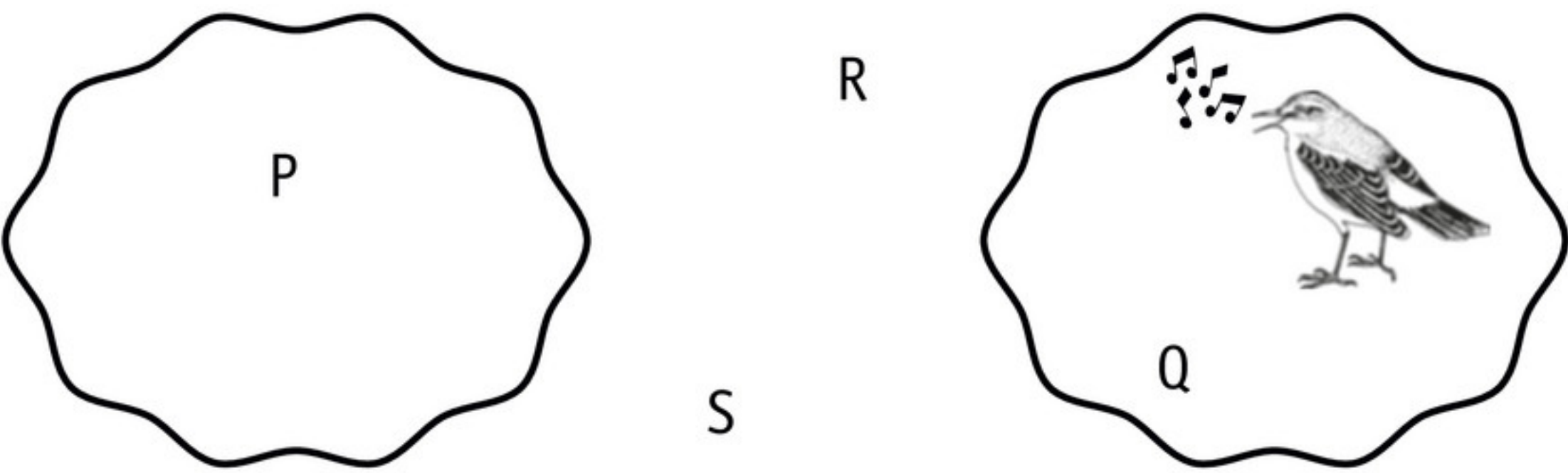
Naar: examen vmbo-gt 2010-1, vraag 3.

Een mannetje van een bepaalde vogelsoort is in zijn territorium tijdens de paartijd aan het zingen. Hij heeft nog geen vrouwtje. In het gebied waarin het territorium ligt, bevinden zich nog vier andere vogels:

- vogel P: een mannetje van dezelfde soort in zijn eigen territorium;
- vogel Q: een mannetje van dezelfde soort dat geen eigen territorium heeft;
- vogel R: een vrouwtje van dezelfde soort zonder mannetje;
- vogel S: een mannetje van een andere soort die ook in de paartijd zingt.

In afbeelding 59 wordt weergegeven waar de verschillende vogels zich bevinden in het gebied.

▼ Afb. 59 Territoria.



In het schema staan vier verschillende gedragingen.

1p 1 Vul in het schema de letters van de vogels in bij het gedrag dat ze vertonen als reactie op het zingende mannetje. Gebruik elke letter één keer.

Gedrag bij het horen van het zingende mannetje	Letter
De vogel wordt gelokt naar het territorium van het zingende mannetje.	
De vogel gaat ook zingen.	
De vogel wordt weggejaagd door het zingende mannetje.	
De vogel reageert niet op het zingende mannetje.	

▼ Tabel 3 Gedrag van vijf wolven.

	In de buurt van P	In de buurt van Q	In de buurt van R	In de buurt van S	In de buurt van T
Stand van de staart van P		T ₃	T ₂	T ₃	T ₂
Stand van de staart van Q	T ₂		T ₂	T ₃	T ₂
Stand van de staart van R	T ₄	T ₄		T ₄	T ₄
Stand van de staart van S	T ₁	T ₁	T ₁		T ₁
Stand van de staart van T	T ₃	T ₃	T ₂	T ₃	

RANGORDE IN EEN GROEP WOLVEN

Bron: examen vmbo-gt 2010-2, vraag 27.

In een groep wolven heerst een rangorde. De meest opvallende manier van communiceren binnen deze rangorde is de stand van de staart. Een gedragsonderzoeker onderscheidt daarbij vier verschillende standen die hij T₁, T₂, T₃ en T₄ noemt (zie de afbeeldingen in tabel 2).

▼ Tabel 2 Rangorde bij wolven.

Stand	Stand van de staart	Welke wolf?
T ₁		wordt alleen gebruikt door de meest dominante wolf
T ₂		wordt gebruikt ten opzichte van wolven die lager in de rangorde staan
T ₃		wordt gebruikt ten opzichte van wolven die hoger in de rangorde staan
T ₄		wordt gebruikt door wolven die onderaan in de rangorde staan ten opzichte van de andere, dominantere wolven

In een groep wolven in een natuurreserveaat in de Verenigde Staten wordt het gedrag van vijf mannetjes bestudeerd: P, Q, R, S en T. Van elke wolf wordt genoteerd welke stand zijn staart inneemt als hij in de buurt van een van de andere mannetjes komt. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.

- 2p **2** Wat is de rangorde van deze vijf wolven? Schrijf de letters P, Q, R, S en T in de juiste volgorde op. Begin bij de meest dominante wolf.

BIJEN ALS SPEURHOND

Bron: examen vmbo-gt 2010-1, vraag 1 en 2.

Bijen reageren op de geur van suikerwater door hun opgerolde tong uit te steken. Onderzoekers in de Verenigde Staten hebben bijen blootgesteld aan de geur van bepaalde explosieven en ze tegelijk suikerwater gegeven. Na enkele uren hadden de bijen geleerd hun tong uit te steken als ze de explosieven roken, ook als ze geen suikerwater kregen. Zulke getrainde bijen hoopt men in de toekomst te kunnen gebruiken om bijvoorbeeld bommen op te sporen.

- 1p **3** Hoe wordt de beschreven vorm van leren genoemd?
- A Conditionering.
 - B Inprenting.
 - C Trial and error.
- 1p **4** Wat is voor zulke getrainde bijen de uitwendige prikkel om bij het vinden van een bom de tong uit te steken?

GEDRAG VAN EEN BABY

Bron: examen vmbo-gt 2009-2, vraag 7 en 8.

Pasgeboren baby's zien bijna niets, maar kunnen wel goed ruiken. Als een pasgeborene op de borst van de moeder wordt gelegd, vindt de baby al snel een tepel (zie afbeelding 60). Naar dit gedrag wordt een onderzoek gedaan met baby's van nog geen kwartier oud. Bij dertig moeders wordt één van de tepels heel goed gewassen om de lichaamsgeur te verwijderen. Elke baby wordt precies tussen de twee borsten van de moeder gelegd. Vervolgens wordt genoteerd welke tepel de baby kiest. Tweeëntwintig baby's kiezen de ongewassen tepel, de rest de gewassen tepel.

▼ **Afb. 60** Baby aan de moederborst.



- 1p **5** Wat is de onderzoeksvraag van dit onderzoek?
- 1p **6** Is het tepelgedrag van een baby erfelijk of aangeleerd gedrag? Leg je antwoord uit.

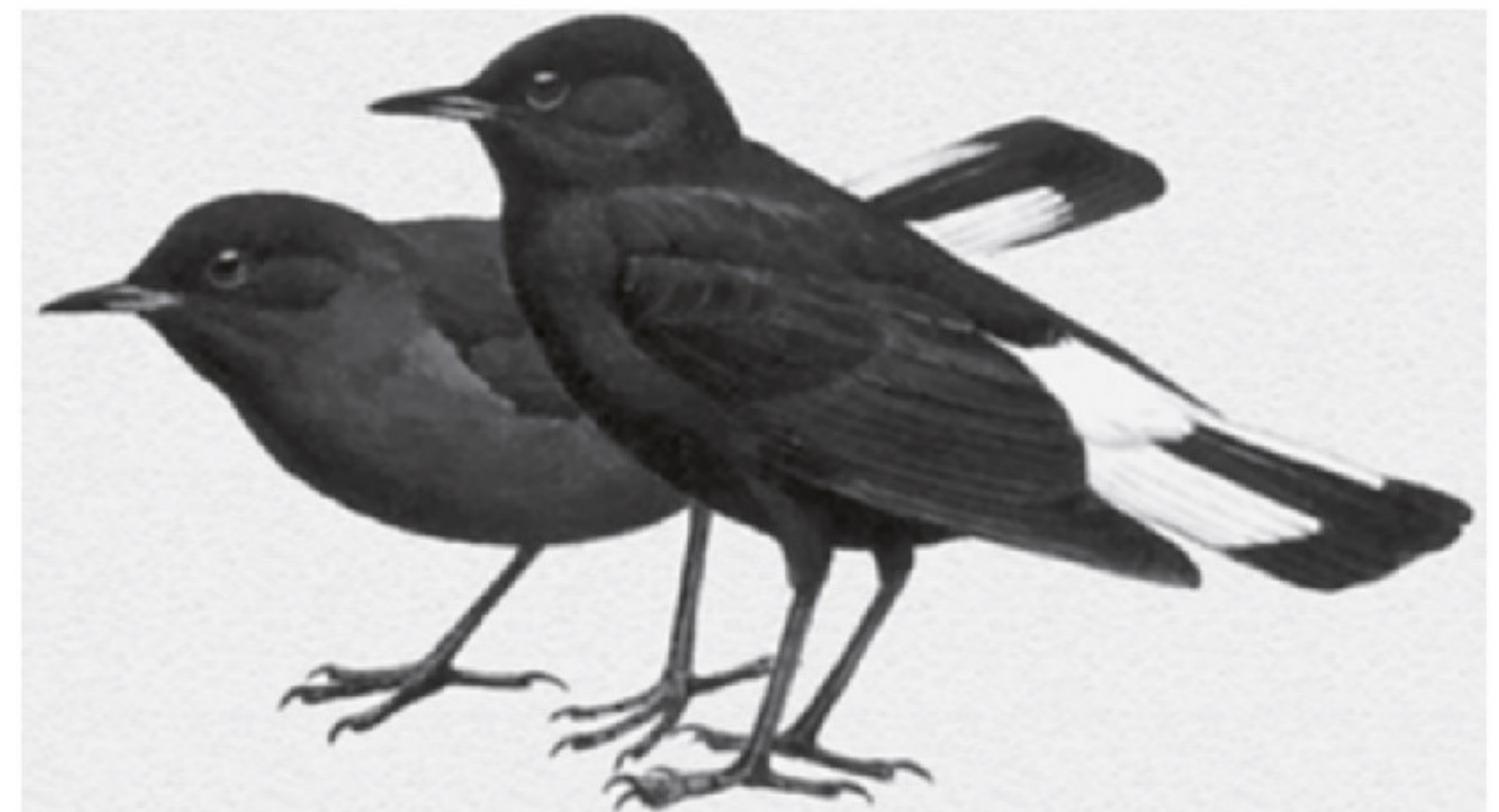
Plusvraag

ZWARTE TAPUIT

Naar: examen havo 2009-1, vraag 43.

De zwarte tapuit (zie afbeelding 61) is een vogel die leeft in rotsachtige woestijnen en bergterreinen.

▼ **Afb. 61** Tapuiten.



Een vrouwtjestapuit maakt een keuze uit verschillende mannetjes die proberen een vrouwtje het hof te maken. Er worden na de paring drie tot zes eieren gelegd. Bijzonder is dat er bij het nest een muurtje van kiezelsteentjes te vinden is dat door het mannetje wordt gebouwd met materiaal dat hij verzamelt. Met het bouwen van het muurtje probeert een mannetje een vrouwtje het hof te maken.

- 2p **7** Hoe noem je het verzamelen van steentjes en het bouwen van een muurtje door het mannetje?
- A Baltsgedrag.
 - B Broedzorg.
 - C Paringsgedrag.
 - D Territoriumgedrag.

- A**
- aambeeld 62
 - aangeboren gedrag 128
 - aangeleerd gedrag 128
 - aanhechtingsplaats 92
 - aanvalsgedrag 132
 - accommoderen 56
 - adequate prikkel 47
 - adrenaline 25
 - afhankelijkheid, geestelijke 39
 - afhankelijkheid, lichamelijke 39
 - antagonisten 92
 - armbuigspier 92
 - armstrekspier 92
- B**
- balts 123
 - baltsgedrag 132
 - beenderen 80
 - beenmerg, geel 83
 - beenmerg, rood 83
 - beenweefsel 85
 - bekken 80
 - bekkengordel 80
 - beoordelen 137
 - bewegingscentra 15
 - bewegingszenuwcellen 10, 12
 - bewuste reactie 18
 - bewustzijnsveranderende middelen 39
 - biceps 92
 - bijnieren 25
 - bijziend 74
 - bindweefsel 12, 91
 - blinde vlek 53
 - bleesure 96
 - bolle lenzen 55
 - borstkas 80
 - botbreuken 97
 - broedzorg 133
 - buis van Eustachius 62
- C**
- cellichaam 10
 - centrale zenuwstelsel 8
 - cilinder 75
 - communicatie 131
 - conditie 94
 - conditionering 129
 - consumentengedrag 127
 - cooling-down 100
- D**
- darren 146
 - diabetes 24
 - diabetes type 1 36
 - diabetes type 2 36
 - dominant 133
 - dopamine 41
 - dreiggedrag 132
 - drempelwaarde 47
 - drugs 39
 - drukzintuigen 49
 - dubbele-S-vorm 93
- E**
- eilandjes van Langerhans 23
 - erfelijke factoren 127
 - ethogram 123
 - ethologie 122
 - evenwichtsorgaan 61
- F**
- feiten 121
 - fontanellen 115
- G**
- gedrag 120
 - gedrag, aangeboren 128
 - gedrag, aangeleerd 128
 - gedragssketen 123
 - geel beenmerg 83
 - geestelijke afhankelijkheid 39
 - gehoorbeentjes 62
 - gehoorgang 61
 - gehoorzenuw 62
 - gehoorzintuigen 61
 - gemengde zenuw 12
 - gele vlek 53
 - geluiden 60
 - geraamte 80
 - gevoelige periode 129
 - gevoelscentra 15
 - gevoelszenuwcellen 10, 12
 - gewenning 47, 128
 - gewrichten 87
 - gewrichtskapsel 88
 - gewrichtskogel 88
 - gewrichtskom 88
 - gewrichtssmeer 88
 - gezichtsbedrog 71
 - gezichtsintuig 46, 52
 - glasachtig lichaam 53
 - glucagon 23
- H**
- glycogeen 23
 - grijze stof 13, 15
 - groeihormoon 21
 - grote hersenen 15
- I**
- hamer 62
 - handelingen 120
 - harde oogvlies 52
 - hersencentra 15
 - hersen, grote 15
 - hersen, kleine 16
 - hersenstam 15
 - hoefgangers 84
 - hoofd 80
 - hoornvlies 52
 - hormonen 20
 - hormoonklieren 20
 - hyper 36
 - hypo 36
 - hypofyse 21
- J**
- imponiegedrag 134
 - impulsen 9
 - inprenting 129
 - instinct 128
 - insuline 23
 - inwendige prikkel 125
 - iris 52
- K**
- kalkzouten 85
 - kapselbanden 89
 - kegeltjes 58
 - kleine hersenen 16
 - kleurenblind 58
 - kneuzing 99
 - kniesbanden 98
 - kogelgewricht 90
 - koningin 146
 - koudezintuigen 50
 - kraakbeen 87
 - kraakbeenlaagje 88
 - kraakbeenweefsel 85
 - kringspijnen 53, 54
 - kruisbanden 98
- L**
- laag van zenuwcellen 59
 - ledematen 80
 - lens 53

- lensbandjes 55
 lichamelijke afhankelijkheid 39
 lichtbreking 55
 lijmstof 85
- M**
 meningen 121
 meniscus 98
 mergholte 83
 middenoor 62
 motivatie 47, 125
- N**
 naad 87
 netvlies 53
 normen 137
- O**
 objectief 121
 ontstekingen 97
 ontwrichting 99
 oogspieren 52
 oorschelp 61
 oorsmeer 62
 oorsmeerkliertjes 62
 oogzenuw 53
 optische illusie 71
 ouderdomsverziendheid 75
 overbelast 94
- P**
 paring 132
 paringsgedrag 123
 pees 91
 pijpbeenderen 83
 pijnpunten 50
 pikorde 133
 platte beenderen 83
 positieve lenzen 55
 prikkel 9
 prikkel, inwendige 125
 prikkel, uitwendige 125
 proefondervindelijk leren 129
 protocol 123
 pupil 52
 pupilreflex 54
- R**
 rangorde 133
 reflexboog 19
 regenboogvlies 52
 respons 120
- reukzintuig 50
 rol 137
 rolgewricht 90
 rolpatroon 137
 romp 80
 rood beenmerg 83
 RSI 97
 ruggenmerg 13
 rugspieren 93
- S**
 schakelcellen 11
 scharniergewricht 90
 schedel 80
 schildklier 22
 schildklierhormoon 22
 schoudergordel 80
 signalen 131
 slakkenhuis 62
 sleutelprikkel 126
 smaakzintuigen 51
 sociaal gedrag 131
 spierbundels 92
 spierkramp 96
 spierpijn 96
 spierschede 91
 spierscheuring 96
 spiervezels 92
 staafjes 58
 staat 146
 stijgbeugel 62
 stimulerende middelen 39
 straalsgewijs lopende spieren 54
 suikerziekte 24
 supranormale prikkel 126
- T**
 taakverdeling 131, 146
 tastknopjes 49
 tastzintuigen 49
 teengangers 84
 tennisarm 97
 territorium 131
 tolerantie 42
 traanbuizen 52
 traanklieren 52
 traanvocht 52
 traditionele man-vrouwrolpatroon 138
 trial and error 129
 triceps 92
 trommelholte 62
 trommelvlies 61
- tussencelstof 85
 tussenwervelschijven 93
- U**
 uitlopers 10
 uitwendige prikkels 125
- V**
 vaatvlies 53
 venster 62
 verantwoorde behuizing 134
 verdovende middelen 39
 vergroeid 87
 verslaafd 39
 verziend 74
 verzwikking 99
 vluchtgedrag 132
 voetbalknie 98
- W**
 waarden 137
 warming-up 100
 warmtezintuigen 50
 werkbijen 146
 wenkbrauwen 52
 wervelkanaal 13
 wervelkolom 80
 wimpers 52
 witte stof 13, 15
- Z**
 zenuwcellen 10
 zenuwen 8, 12
 zenuwknopen 14
 zintuig 46
 zintuigenstelsel 46
 zithouding 94
 zoolgangers 84

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Marieke Moraal

AUTEURS ZESDE EDITIE

Gerard Smits, Ben Waas, Arteunis Bos, Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 3, 20, 43; thema 6: 1, 22, 31; thema 7: 2.1, 28.1, 28.2, 31.1, 41, 45, 50, 55, 58, 60; thema 8: 9, 11, 15, 30, 31, 34, 35.1, 35.2, 35.3, 36.1, 36.2, 37 lb, 50, 54.1, 54.2, 54.3; ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 22; thema 7: 43.2; thema 8: 19, 40; Corbis: thema 5: 29; thema 7: 6 l; thema 8: 41; Science Photo Library / ANP Photo, Rijswijk: thema 7: 6, 34, 43.1; Ardea, London: thema 8: 29; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 2, 24, 38, 49; thema 7: 25, 27, 35; thema 8: 1.1, 1.3, 21; Roy & Marie Battell / www.moorhen.me.uk/ : thema 8: 25; Dreamstime: thema 5: 36; thema 6: 42, 44; thema 8: 22, 37 rb, 43; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 6, 52, 53; thema 6: 7, 10, 26; thema 7: 7 r, 14 r, 29, 38.2, 46; Fleximotion Entertainment UG, Halle: thema 7: 44; Getty Images: thema 5: 26; thema 7: 33; thema 8: 20, 37 o, 42 r; Hollandse Hoogte, Den Haag: thema 5: 17.2, 32.2; thema 7: 30.1, 30.3, 37; thema 8: 3, 7.1, 7.2, 32, 33, 37 rm; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 8.2, 12.1, 30.2, 32.1; thema 6: 5, 30, 34.1; thema 7: 30.2; thema 8: 10, 17, 28.2, 39; iStockphoto: thema 6: 23 l, r; thema 7: 26, 59; Jan van de Kam, Griendtsveen: thema 8: 48; Manon Project Scientific Illustrations, Maastricht: thema 5: 51; thema 6: 12, 20 r, 35, 36, 38, 39, 51, 54; thema 7: 61; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 16; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 6: 46; thema 7: 8, 9.1, 9.2, 10.1, 10.2, 14 l, 16.1, 16.2, 16.3, 49.1, 54; thema 8: 56;

ISBN 978 94 020 2966 6

Zevende editie, tiende oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, Avyola van Pinxten

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Fotografie Marijn Olslagers, 's-Hertogenbosch: thema 5: 18; thema 6: 21.1, 21.2; Reporters, Haarlem: thema 8: 18; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 17.1; thema 8: 55; Reuters: thema 6: 2; D "Rusty" Rust: thema 6: 45; Henk Schuurmans, Heusden: thema 6: 15.1, 15.2; Scott / Double D Designs BV: thema 7: 2.2; Shutterstock: thema 5: 32.3, 33, 35; thema 6: 11, 24; thema 7: 4, 30.4; thema 8: 24, 28.1, 37 lm, m, 42 l, 52; Wouter Spoor / www.meneerspoor.nl: thema 6: 47.1, 47.2; Bas Teunis Zoölogical Illustrations, Eindhoven: thema 5: 37; Thinkstock: thema 8: 14; Tumblr / Wikipedia: thema 6: 4; Veiligheid.nl: thema 7: 36; Henk van der Vrande: thema 5: 25, 42, 45; thema 6: 14.1, 14.2, 17, 18, 19, 40, 48, 49; thema 7: 3, 18, 24; thema 8: 1.2; Wikipedia / Etan J Tal: thema 6: 50

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: zebra's, Getty Images
thema 5: klimpark, Corbis
thema 6: jongen in taxi, Getty Images
thema 7: Dafne Schippers, Corbis
thema 8: husky's, Corbis

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Rob Melchers
Loes Oudshoorn
Marinke van der Velde

EINDREDACTIE

Linie Stam
Marieke Moraal

ISBN 978 94 020 2966 6



9 789402 029666

562605

MALMBERG